This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA.

Accession 84168 Class

EARTH SCIENCES LIBRARY

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

TSCHERMAK'S

MINERALOGISCHE

UND

PETROGRAPHISCHE

MITTHEILUNGEN

HERAUSGEGEBEN VON

F. BECKE.

(NEUE FOLGE.)

ACHTZEHNTER BAND.

MIT 14 TAFELN UND 28 TEXTFIGUREN.

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

WIEN 1899.
ALFRED HÖLDER,
K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER,
ROTHENTHURMSTRASSE 15.

Digitized by Google

QE351
T8
Sm.2
v.18
GEOLOGY
LIBRARY

Alle Rechte vorbehalten.

Digitized by Google

Inhalt.

1. Heft.

Seite

I. Experimentelle Untersuchungen über die Bildung der Minerale im Magma. Von Józef Morozewicz in Warschau. (Mit Tafel I—VIII und 2 Textfiguren) 1

II. Notizen: Ueber das San Gregorio-Eisen von A. Frenzel. — Teschenit aus Ost-Sibirien von R. Reinisch. — Chemische Analysen aus dem Laboratorium der deutschen Universität in Prag (Vesuv-Lava, Tonalitgneiss), mitgetheilt von F. Becke 91

III. Literatur 95

Neue Bücher 102

2. und 3. Heft.

IV. Experimentelle Untersuchungen über die Bildung der Minerale im Magma. Von Józef Morozewicz in Warschau. (Mit Tafel I—VIII und 2 Textfiguren) (Fortsetzung) 105

V. Krystallographische Untersuchung der Anisenyltetrazotsäure. Von O. Mügge in Königsberg in Preussen. (Mit 11 Textfiguren) 239

VI. Notizen: Whewellit vom Venustiefbau bei Brüx von phil. Richard Schubert. — Eläolithsyenit aus Rumänien von Dr. Th. Nicolau. — Nachtrag zur Notiz über das San Gregorio-Eisen von A. Frenzel . . 251

VII. Literatur 255

4. Heft.

VIII. Beiträge zur Kenntnis der Gesteine des Greifensteins. Von Paul Otto Böhmig. (Mit 2 Tafeln IX und X und 2 Textfiguren) 261

IX. Die natürlichen Färbungen der Mineralien. Von K. v. Kraatz-Koschlau und Lothar Wöhler. Mittheilungen aus dem chemischen Laboratorium und dem mineralogischen Institut der technischen Hochschule zu Karlsruhe 304

X. Mineralogische Notizen aus Brasilien. (III. Theil.) Von Eugen Hussak in São Paulo, Brasilien 334

XI. Biegungsaxe der Feldspäthe. Von E. v. Fedorow in Petrowsko Rasumowskoje bei Moskau. (Mit einer Textfigur) 360

XII. Notizen: Ueber mexikanische Meteoreisenmassen von Dr. Frenzel . . 367

XIII. Literatur 368

Neue Bücher 372

Digitized by Google

5. Heft.

Seite

XIV. Die Basalte der Steiermark. (Schluss.) Von Alois Sigmund 377
XV. Ueber eine zum Schneiden von Meteoreisen geeignete Maschine. Von E. Cohen 408
XVI. Die Contactzone um die Ulten-Iffingermasse bei Meran. Von Emil Künzli in Zürich. (Mit Tafel XI und XII) 412
XVII. Das Mineralwasser von Árva-Polhora (Ungarn). Von W. Kalmann und M. Gläser 443
XVIII. Natürliche Färbungen der Mineralien. II. Mittheilung von Loth. Wöhler und K. v. Kraatz-Koschlau. Mittheilungen aus dem mineralogischen Institut und dem chemischen Laboratorium der technischen Hochschule Karlsruhe i. B. (Mit einer Figur im Texte) 447
XIX. Literatur 469
Neue Bücher 474

6. Heft.

XX. Beiträge zur Kenntnis rumänischer Felsarten. (Mit 4 Textfiguren.) Von Theodor Nicolau 477
XXI. Krystallographische Bestimmungen. Von G. Munteanu-Murgoci. (Mit Tafel XIII) 504
XXII. Chemische Analyse des Meteoriten von Zavid. Von Dr. Carl Hödlmoser, Assistenten am Institute für angewandte medicinische Chemie. (Mit einer Textfigur) 513
XXIII. Kritische Beiträge zur Systematik der Eruptivgesteine. I. Von F. Loewinson-Lessing in Jurjew (Dorpat) 518
XXIV. Der Hypersthen-Andesit der Insel Alboran. Von F. Becke. (Hiezu Tafel XIV und 4 Textfiguren) 525
XXV. Notizen: Zur Bestimmung der Plagioklase in Dünnschliffen in Schnitten senkrecht zu *M* und *P*. (Mit 2 Textfiguren.) Von F. Becke. — Neue Scheelitvorkommnisse in den östlichen Centralalpen. Von F. Berwerth 556
XXVI. Literatur 560
Register 563

Digitized by Google

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

I. Experimentelle Untersuchungen über die Bildung der Minerale im Magma.

Von **Józef Morozewicz** in Warschau.

(Mit I—VIII Tafeln und 2 Textfiguren.)

Vorwort.

Vorliegende Arbeit umfasst die hauptsächlichsten Resultate meiner Untersuchungen auf dem Gebiete der experimentalen Mineralogie und Petrographie. Ausgeführt wurden diese Untersuchungen fast ununterbrochen von Ende 1891 bis Anfang 1897 und als Inaugural-Dissertation im vorigen Jahre in Warschau publicirt. In ihrer deutschen Ausgabe sind einige besonders die Korundgesteine des Ural betreffende Zusätze gemacht worden.

Bevor ich auf die Arbeit selbst eingehe, halte ich es für eine angenehme Pflicht, meinem theueren Lehrer, dem Herrn Akademiker Professor Dr. Alexander Lagorio, dem die ursprüngliche Initiative dieser Arbeit angehört und dem ich mich für viele schätzenswerte Winke bei Ausarbeitung der Experimentirmethode, wie auch für die schöne Ausführung der zahlreichen Illustrationen, die in bedeutendem Masse das Lesen und die Kritik des Textes fördern, in der Schuld fühle, an dieser Stelle meinen herzlichsten und tiefgefühlten Dank auszudrücken.

Der analytische Theil der vorliegenden Arbeit, sowie die in ihrem IV. Abschnitte dargelegten Versuche sind in dem mineralogischen Cabinet der Universität Warschau ausgeführt worden. Die grössere Zahl der Experimente jedoch wurde in der Glashütte Targówek unweit Warschau (Praga), welche im Besitze der Firma „Kijewski,

84168

Digitized by Google

Scholtze & Co.“ ist, ausgeführt, wo mir einer der Siemens'schen Oefen in freundlichster Weise zur Benutzung überlassen wurde. Dem Director der Hütte, Herrn W. Lesiński, der mir mit seinen technischen Erfahrungen beständig beigestanden und an den Versuchen lebhaften Antheil genommen, sage ich ebenfalls hier meinen innigsten Dank.

Warschau, den 1. April 1898.

Der Autor.

Einleitung.

Die Mineralogie und die Petrographie haben zweifellos in den letzten drei Jahrzehnten einen hohen Grad der Entwicklung und Vollkommenheit ihrer Methoden erreicht. Ungemein erfolgreich erwies sich für diese Wissenschaften die Anwendung der mikroskopisch-optischen Methode, die mit bewundernswertem Scharfsinn und Genauigkeit bei gleichzeitiger Vervollkommnung des Mikroskops und der damit verbundenen Technik in letzter Zeit ausgearbeitet worden ist. Die Bestimmung der Minerale unter dem Mikroskop hat einen von früheren Mineralogen nicht geahnten Grad der Präcision und Mannigfaltigkeit der Methoden erlangt. Als Beispiel können wir hier eine ganze, uns heute zu Diensten stehende Reihe optischer Bestimmungsmethoden der Feldspathe erwähnen: so die Methoden von Schuster, M.-Lévy, Fouqué, Becke und Fedorow. Vermöge mikroskopisch-optischer Untersuchungen bereicherte sich die Mineralogie mit vielen fruchtbaren und scharfsinnigen Ideen, wie z. B. die Theorie des Feldspathisomorphismus von Schuster-Tschermak, das Tschermak'sche Gesetz der Abhängigkeit der optischen Eigenschaften der Minerale (Pyroxen- und Amphibol-Gruppe) von ihrer chemischen Zusammensetzung u. s. w. Dem Mikroskop einzig und allein ist die Entdeckung eines ganzen Gebietes äusserst interessanter Erscheinungen zu verdanken: so z. B. die Entdeckung der Mimesie, der optischen Anomalien u. dergl., die in den glänzenden Arbeiten von Mallard und Klein eine strengwissenschaftliche Begründung gefunden haben. Auch in der wertvollen Arbeit von Becke über die Aetzung von Fluorit und anderen Mineralien hat das Mikroskop eine hervorragende Rolle gespielt. Eine genaue mikroskopische Untersuchung der Structur

Digitized by Google

der Minerale gestattet uns in gewissen Fällen sogar auf ihren Ursprung zu schliessen. Dieses alles beweist zur Genüge, wie erfolgreich die Entwicklung und wie bedeutend der Fortschritt der mikroskopischen Mineralogie gewesen ist.

Anders verhält es sich mit der chemischen Untersuchung der Mineralien. Früheren Analytikern, wie: Klapproth, Vauquelin, Berzelius, ferner Mitscherlich, Heinrich Rose u. a., und in jüngster Zeit besonders Rammelsberg verdanken wir eine ziemlich genaue Kenntnis der empirischen Zusammensetzung der meisten Minerale; was dagegen ihre chemischen Eigenschaften, Reactionen, die chemische Constitution ihrer oft complicirten Molecüle anbetrifft, so ist in dieser Beziehung die Mineralogie seit Bischof's Zeiten wenig fortgeschritten. Besonders ist die Chemie der Silicate hinter der ihr analogen Chemie des Kohlenstoffs (Organische Chemie) wenigstens um ein halbes Jahrhundert zurückgeblieben. Wir können doch selbstverständlich den in verschiedene Lehrbücher der Mineralogie aufgenommenen „Structurformeln" der Silicate so lange keine ernste wissenschaftliche Bedeutung beilegen, bis sie nicht durch entsprechende chemische Reactionen, wie es heutzutage die organische Chemie zu thun pflegt, bestätigt werden. Desto grösseres wissenschaftliches Interesse beanspruchen die aus dem mineralogischen Laboratorium der ehemaligen Dorpater Universität hervorgegangenen Arbeiten. Seit 1876 veröffentlichte Prof. Lemberg eine Reihe von Untersuchungen, deren Gegenstand die Bildung und Umwandlung der Silicate ist. In den Arbeiten Lemberg's, die sich durch auffallende Genauigkeit, hohes wissenschaftlich-theoretisches Interesse und weitgehende geologische Bedeutung auszeichnen, finden wir zahlreiche, mit Hilfe der von ihm ausgearbeiteten hydrochemischen Methode (Wirkung wässeriger Lösungen von Salzen auf pulverisirte Mineralien unter Druck) vollzogene Substitutions-, Additions- und Zersetzungsreactionen der Silicate. Die in der Geschichte der chemischen Mineralogie epochemachenden Lemberg'schen Arbeiten sind in letzter Zeit in demselben Laboratorium von St. Thugutt weitergeführt worden. Auf Grund einer ganzen Reihe hervorragender Synthesen erwies Thugutt die überraschende Fähigkeit mancher Thonerdesilicate, sich ungemein leicht mit verschiedenen anorganischen und organischen Salzen zu verbinden, und stellte weiterhin auf Grund von Zerlegungs- und Substitutionsreactionen die ersten grundlegenden Begriffe über

Digitized by Google

die chemische Structur mancher Thonerdesilicate fest. Dieses ist aber auch alles, oder so gut wie alles. Die heutige Mineralogie beschäftigt sich auf Kosten der chemischen Entwicklung unserer Wissenschaft zu einseitig mit der mikroskopisch-optischen Methode.

Aehnliche abnorme Verhältnisse, nur noch mehr ausgesprochen herrschen auch in der Petrographie. Diese in den letzten drei Jahrzehnten entstandene Wissenschaft ist ausschliesslich durch die Anwendung des Mikroskops ungemein rasch fortgeschritten. Nachdem im Jahre 1870 die classische Arbeit von Prof. Zirkel über die mikroskopische Zusammensetzung und Structur der Basaltgesteine erschien, folgten jährlich zahlreiche mikroskopisch-petrographische Abhandlungen, und heute umfassen sie mindestens ein Drittel der ganzen geologischen Literatur. Daher kann es nicht überraschen, dass petrographische Lehrbücher, die das umfangreiche Material zusammenfassen, sich durch auffallende Dimensionen auszeichnen, wie dieses die beiden capitalen Werke von Prof. Zirkel (II. Ausgabe) und von Prof. Rosenbusch (III. Ausgabe) am besten illustriren. Doch beschäftigen sich alle diese Arbeiten und Monographien hauptsächlich mit der Mikroskopie der Gesteine, wobei die chemische Seite in den Hintergrund tritt oder auch ganz vernachlässigt wird. In vielen Arbeiten werden wohl chemische Bausch-Analysen der beschriebenen Gesteine aufgeführt, dabei wird aber der chemischen Zusammensetzung der gesteinbildenden Minerale kaum Erwähnung gethan. Derartige für Bestimmungen der Gesteinstypen massgebende Analysen sind in dem bekannten Werk von J. Roth zusammengestellt, doch sind wir nicht imstande, auf Grund der allgemeinen chemischen Zusammensetzung der Eruptivgesteine, welcher dieses Werk gewidmet ist, über Krystallisationsvorgänge bei der Differenzirung der feuerflüssigen Masse in einzelne Minerale und überhaupt über deren Genesis zu urtheilen. Die einseitige Benutzung der bequemen mikroskopischen Forschungsmethode hat sich so sehr eingebürgert, dass mittels derselben sogar Erscheinungen letzterer Kategorie, das heisst rein chemische, entschieden werden. So hat Rosenbusch auf Grund ausschliesslich mikroskopischer Untersuchungen seine empirische Regel über die Ausscheidung der Minerale aus dem Magma „nach abnehmender Basicität“ aufgestellt. Man konnte jedoch von vornherein dieser auf so ungeeignetem Wege abgeleiteten Regel keine lange Lebensdauer prophezeien.

Digitized by Google

Im Jahre 1887 erschien die Abhandlung von Prof. Lagorio „Ueber die Natur der Glasbasis, sowie der Krystallisationsvorgänge im eruptiven Magma". In dieser Arbeit, welche als Grundlage für die weitere Entwicklung der chemischen Petrographie dienen kann, wird die rationelle Methode, mit deren Hilfe genetische Fragen bei Krystallisationsvorgängen der Eruptivgesteine beantwortet werden können, angedeutet. Lagorio wies zuerst darauf hin, dass das Magma eine Lösung verschiedener bestimmter Silicate in unbestimmten Verhältnissen sei und dass diese Lösung bei ihrer Krystallisation denselben physikalisch-chemischen Gesetzen, die beim Krystallisiren einer wässerigen Lösung mehrerer Salze gelten, unterworfen sei. Als wichtigste Momente der Ausscheidung von Mineralien aus dem Magma bezeichnet Prof. Lagorio die chemische Verwandtschaft der Base und die chemische Massenwirkung; was die Krystallisationsfolge anbetrifft, so hängt diese wesentlich von der Fähigkeit des betreffenden Minerals ab, übersättigte Lösungen bei gewisser Temperatur und gewissem Drucke zu bilden. Durch zahlreiche allgemeine und partielle, an verschiedenartigen Gesteinen ausgeführte Analysen stellte Lagorio eine höchst interessante Thatsache fest, nämlich die Eigenschaft der Kali-Silicate, die im Gegensatz zu Natron-, Calcium-Silicaten u. a. übersättigte Lösungen schwer bilden, sich in der Basis anzuhäufen, welche als ein der idealen Zusammensetzung $Me_2O \cdot 2SiO_2$, wo $Me_2O = K_2O$ (vorzugsweise) und Na_2O [1]) nahe stehendes Lösungsmittel zu betrachten ist. In ähnlicher Weise ist auch dasjenige Verhältnis von $K_2O : Na_2O$, bei welchem die Ausscheidung von Sanidin möglich ist, festgestellt worden. Diese Arbeit steht aber in der Petrographie ebenso vereinzelt da, wie in der Mineralogie die Arbeiten von Lemberg und von Thugutt.

Die allgemeinen Resultate der Untersuchungen von Prof. Lagorio, die als Ausgangspunkt für die vorliegende Arbeit aufzufassen sind, harmoniren vollständig mit der neuesten theoretischen Anschauungsweise über übersättigte Lösungen, sowohl mit der „Phasen-Regel" von Gibbs, die die Ausscheidung des Krystalls aus der Lösung von der Temperatur und vom Druck in Abhängigkeit bringt, als auch mit Van t'Hoff's Ideen, der in die Wissenschaft den scharfsinnigen

[1]) Und nicht „kieselsaures Natron" wie dies Doelter meint (N. J. f. M., 1897, Bd. I, pag. 25).

Digitized by Google

Begriff der „festen Lösungen“ einführte. Als solche ist auch das amorphe vulcanische Glas zu betrachten, welches eine übersättigte „feste“ Lösung vieler Salze (vorzugsweise Silicate) bildet, die sich von der entsprechenden flüssigen Lösung nur durch die Grösse der inneren molecularen Reibung unterscheidet. Vermindern wir letztere durch Erhitzen des Glases, so wird die Krystallisation herbeigeführt.[1])

Aus der angeführten kurzen Uebersicht sehen wir, dass unsere heutigen Kenntnisse über die chemische Constitution der Silicate und über die Bedingungen ihrer Ausscheidung aus dem Magma sehr knapp und unvollständig sind. In den oben erwähnten Arbeiten von Lemberg, Thugutt und Lagorio finden wir nur die Grundlagen der rationellen Entwicklung der Chemie der Silicate und der chemischen Petrographie, deren weitere Fortschritte erst von der Zukunft zu erwarten sind.

Eine wichtige Rolle muss für die weitere Entwicklung augenscheinlich dem mineralogischen und petrographischen Experimente im allgemeinen und der Synthese im besonderen beigelegt werden. Letztere hat aber bis jetzt diejenigen beschränkten Grenzen, innerhalb welcher sie durch die französischen Forscher der Fünfziger- und Sechzigerjahre gestellt wurde, kaum überschritten. Die einfache Darstellung dieser oder jener Mineralart, gewöhnlich ohne analytische Nachprüfung und bei Bedingungen, die in der Natur (vom geologischen Gesichtspunkte aus) kaum möglich sind, kann gegenwärtig keineswegs für das ausschliessliche Ziel der Mineralsynthese gehalten werden. Was Silicate und insbesondere gesteinsbildende Minerale anbelangt, so müsste die Hauptaufgabe der Synthese in der Bestimmung der Bedingungen für ihre Ausscheidung aus dem Magma nicht nur in qualitativer, sondern in quantitativer Beziehung bestehen. Diese Aufgabe ist aber bis heute selten verfolgt worden. Sie wurde weder bei den wichtigen und fruchtbaren Versuchen von Fouqué und M.-Lévy, die zuerst eine ganze Reihe von gesteinbildenden Mineralien (Feldspathe, Nephelin, Leucit u. a.) und ihren Combinationen, verschiedenen eruptiven (basischen) Gesteinen entsprechend, synthetisch darstellten, noch bei späteren Untersuchungen in dieser Richtung (z. B. von Doelter) in Betracht gezogen. Fouqué und M.-Lévy[2]) leiteten

[1]) Vergl. Dr. Reinhard Brauns, Chemische Mineralogie, 1896, pag. 74, 95—98.

[2]) Fouqué et M.-Lévy, Synthèse des minéraux et des roches, Paris 1882, pag. 51.

Digitized by Google

auf Grund ihrer Beobachtungen über die Ausscheidung der Minerale in den von ihnen erhaltenen Schmelzen eine Regel ab, wonach die Krystallisationsfolge im umgekehrten Verhältnisse zur relativen „Schmelzbarkeit" der sich bildenden Minerale steht. Abgesehen davon, dass die Verfasser selbst Ausnahmen aus dieser allgemeinen Regel („règle générale"), wie sie dieselbe nannten, gefunden haben, so hält letztere auch vom theoretischen Gesichtspunkte der Kritik nicht Stand. Die Schmelzbarkeit eines einzeln genommenen Minerals kann, worauf schon Bunsen aufmerksam machte, mit seiner Löslichkeit im Magma nicht verglichen werden, worin sogar höchst feuerbeständige Verbindungen (wie z. B. Korund u. dergl.) verhältnismässig leicht in flüssigen Zustand übergehen.[1]) Offenbar handelt es sich hier nicht um die Schmelzbarkeit, sondern um die Uebersättigung; im Magma kann sich ein Krystall blos aus seiner eigenen übersättigten Lösung ausscheiden.

Im allgemeinen muss bemerkt werden, dass viele Forscher die bei der Bildung von Mineralien vor sich gehenden Reactionen irrthümlich auffassen. Wenn bei Reactionen[2]), bei denen schliesslich die Ausscheidung einer gewissen Verbindung resultirt, ein Stoff, der nicht zur Zusammensetzung dieses Endproductes gehört, sondern nur eine intermediäre Rolle gespielt hat, theilgenommen hat, so ist es üblich, denselben als „Mineralisator" (agent minéralisateur) dieser Verbindung zu bezeichnen. So z. B. wird bekanntlich bei der Wirkung von Wasserdämpfen oder Borsäure auf Aluminiumfluorid nach den Gleichungen: $Al_2Fl_6 + 3\,H_2O = Al_2O_3 + 6\,HFl$; $Al_2Fl_6 + B_2O_3 = = Al_2O_3 + 2\,BFl_3$ Korund erhalten; bei diesen einfachen Vorgängen werden Wasser und Borsäure als „Mineralisatoren" des Korunds bezeichnet. Wird amorphe Thonerde der Wirkung von Wasserdämpfen und Flussäure ausgesetzt, so geht sie in krystallinischen Zustand über. Hier wird wiederum Fluor für einen Mineralisator gehalten, obwohl diese wie auch die obigen Erscheinungen vom chemischen Gesichtspunkte aus leicht erklärlich und verständlich sind, wie dies aus folgenden Gleichungen zu ersehen ist:

$$\underset{\text{Amorphe Thonerde}}{Al_2O_3} + 6\,HFl = Al_2Fl_6 + 3\,H_2O;$$

$$Al_2Fl_6 + 3\,H_2O = \underset{\text{Korund}}{Al_2O_3} + 6\,HFl.$$

[1]) A. Lagorio, Pyrogener Korund etc., Z. f. Kr., 1895, Bd. XXIV, pag. 290.

[2]) Welche in der Chemie „katalytische Reactionen" genannt werden.

Digitized by Google

Die von Elie de Beaumont und St.-Claire Deville in die Mineralsynthese eingeführte Bezeichnung „agent minéralisateur" beeinträchtigte in bedeutendem Masse ihre Entwicklung. Mit der Zeit wurden nicht nur die bei intermediären Reactionen betheiligten Gase und Dämpfe als Mineralisatoren bezeichnet, sondern auch fast alle Lösungsmittel, die den Schmelzpunkt erniedrigen, welche sowohl in das Molecül der krystallisirenden Substanz eintreten, als auch solche, die keinen Antheil an der Zusammensetzung der resultirenden Substanz nehmen. Ueberall, sogar bei der Erklärung der allereinfachsten Reactionen und Erscheinungen, stellt sich wie ein deus ex machina dieses unnütze Wort „agent minéralisateur" ein, als ob der Begriff der Lösungen und die Kenntnis der betreffenden Gesetze der Wissenschaft fremd wären. So z. B. schreibt Brun[1]), der durch Zusammenschmelzen eines grossen Ueberschusses von Thonerde mit Kalk und Kieselsäure Korund erhielt, die Ausscheidung des letzteren einer besonderen Wirkung von „kleinen Mengen" Kieselsäure, als einem Mineralisator zu. Zu Mineralisatoren[2]) wird auch das Silicatmagma, in welchem ich Hauyn nebst Pyroxen, Anorthit und Magnetit erhalten habe, gerechnet. Was dürfte man auf diese Weise nicht alles als Mineralisator bezeichnen? Es gibt wirklich Fälle, wo uns die Reactionsvorgänge nicht genau bekannt sind, wobei wir aber als Endproduct die gewünschten Krystalle erhalten, wie z. B. Quarz aus der Liparitschmelze mit einem Gehalt von circa 1 Procent Wolframsäure. Doch scheint es mir gewissenhafter und wissenschaftlicher zu sein, die Unbekanntschaft mit einer Erscheinung einzugestehen, als sie durch die zum Theil mystische Wirkung eines Mineralisators erklären zu wollen. Neuerdings ist besonders Doelter[3]) bestrebt zu beweisen, dass für die Krystallisation vieler gesteinbildender Minerale die Anwesenheit der Fluoride, Chloride, borsaurer und anderer Verbindungen, die sich thatsächlich in geringen Mengen in manchen Magmen finden, unentbehrlich sei. Dieser Forscher, der, wie bekannt, aus fluorhaltigen Schmelzen verschiedene Glimmer-Varietäten erhalten hat, erhitzt sich

---

[1]) Darüber ausführlicher weiter unten; vergl. über denselben Gegenstand A. Lagorio, Pyrogener Korund etc., Z. f. Kr., 1895, Bd. XXIV, pag. 292.

[2]) Brauns, Chemische Mineralogie, pag. 250.

[3]) C. Doelter, Synthetische Studien, N. J. f. M., 1897, Bd. I, pag. 1—26. Vergl. auch St. Meunier, Observation sur le rôle du fluor dans les synthèses minéralogiques, C. r. 1890, Bd. CXI., pag. 509.

Digitized by Google

übermässig für seine Wissenschaft, indem er behauptet, wir wären auf dem Wege des „trockenen" Schmelzens von Gemischen, die der Zusammensetzung der Eruptivgesteine entsprechen, nicht imstande, über die im vulcanischen Herde, worin ausschliesslich mit Wasser, das salzartige Verbindungen (?) enthält, übersättigte Laven anzunehmen sind, stattfindenden Processe zu urtheilen. Doch sind die meisten von diesen Laven von Fouqué und M.-Lévy gerade durch „trockenes" Schmelzen künstlich dargestellt worden und diejenigen, die mittels dieser Methode nicht erhalten werden können (Trachyte, Liparite u. dergl.), solche krystallisiren auch unter dem Einfluss von Doelter's Fluorverbindungen nicht. Augenscheinlich entscheiden hier nicht die minimalen Mengen von Fluor oder von irgend einem anderen Element, sondern ein weit wichtigerer und mächtigerer Factor — der in der Natur herrschende hohe Druck, der mit Hilfe der heutigen Technik bei Versuchen über trockenes Schmelzen nicht zu erreichen ist.

Aus Versuchen und Thatsachen, deren Darlegung die vorliegende Arbeit gewidmet ist, wird sich vielleicht der Leser überzeugen können, wie unnütz und sogar schädlich für die Entwicklung der Mineralsynthese alle diese eingebürgerten Begriffe über „Mineralisatoren" sind, die meist weder mit der Chemie, noch mit der Physik etwas gemein haben. Meiner Meinung nach hat dieser Ausdruck „agent minéralisateur" keinen streng wissenschaftlichen Sinn, und daher möchte ich es vorschlagen, ihn gänzlich aus unserer Wissenschaft zu streichen.

Wie lehrreich und wichtig die genaue chemische Kenntnis von künstlichen, bei gewöhnlichen Bedingungen (ohne Betheiligung von Wasserdämpfen u. dergl. und ohne erhöhten Druck) dargestellten Silicatschmelzen ist, dafür dient als bester Beweis die Arbeit von Vogt[1]), der eine grosse Menge von Fabriksschlacken untersucht hatte. Die Zusammensetzung dieser Schlacken, in denen gewöhnlich die Alkalien fehlen und Thonerde nur in geringen Quantitäten vorhanden ist, unterscheidet sich im allgemeinen von der Zusammensetzung der meisten natürlichen Magmen, trotzdem tritt aber in ihnen das Gesetz der chemischen Massenwirkung besonders auffallend hervor. Vogt hat als erster die quantitativen physikalisch-chemischen

[1]) J. H. L. Vogt, Beiträge zur Kenntnis der Gesetze der Mineralbildung in Schmelzmassen und in den neovulcanischen Ergussgesteinen, Kristiania 1892.

Digitized by Google

Bedingungen der Ausscheidung mancher Pyroxene, Olivine, des Wollastonit, Melilith, Gehlenit u. a. klargelegt.

Indem ich die in der Arbeit von Prof. Lagorio entwickelten Ideen und die Vogt'schen Untersuchungen als Ausgangspunkt benutzte, bin ich an das chemische Studium zahlreicher Silicatschmelzen, die den in der Natur vorkommenden und von mir künstlich bei gewöhnlichen Bedingungen dargestellten Magmenarten entsprechen, herangetreten. Die dabei erhaltenen ziemlich zahlreichen und mannigfaltigen Resultate, die weiter unten dargelegt werden sollen, zerfallen in zwei Theile: im ersten Theile werden die Bedingungen der Ausscheidung gewisser Minerale aus dem Magma, die chemische Zusammensetzung der aus demselben isolirten Krystalle nebst Synthesen mancher bisher in dieser Beziehung nicht oder lückenhaft studirter gesteinbildender Minerale zusammengefasst; im zweiten sollen die Resultate des mikroskopisch-petrographischen Studiums der Schmelzen, die den in der Natur vorkommenden Mineralcombinationen analog wären, ihren Platz finden.

I. THEIL.

Gesteinsbildende Minerale.

I. Abschnitt.

Untersuchungsmethode.

Die meisten Schmelzen, die wir unten betrachten wollen, sind durch directes Schmelzen von Mischungen, welche ihrer chemischen Zusammensetzung nach gewissen Typen von Eruptivgesteinen entsprechen, erhalten worden. Die Geschichte der Einführung dieser Methode in die Wissenschaft ist kurz und allgemein bekannt.[1]) Daher will ich an dieser Stelle blos ihre wichtigsten Momente andeuten. James Hall führte fast vor hundert Jahren (im Anfang 1798) seine berühmten Versuche über das Schmelzen der Laven aus der Umgebung von Edinburg, vom Vesuv, Aetna u. s. w. aus. Diese Versuche zeigten, dass geschmolzene Silicatmassen bei raschem Erkalten Glas liefern und dass langsam erkaltende wieder in den krystallinischen Zustand übergehen. Folglich entdeckte Hall die wichtigste Bedingung

[1]) Vergl. die interessanten Angaben bei St. Meunier, Les méthodes de synthèse en minéralogie, Paris 1891, pag. 113—120, 153 etc.

Digitized by Google

der Krystallisation basischer Silicatmagmen, nämlich die langsame Temperaturabnahme. Hall's Versuche wiederholte im Jahre 1804 Watt[1]), indem er grosse Mengen Basalt schmolz, wobei ähnliche Resultate erhalten wurden. Die Methode des langsamen Erkaltens wurde auch von Berthier 1823 angewandt: er erhielt zuerst auf synthetischem Wege zwei gesteinsbildende Minerale, Olivin und Augit, indem er Mischungen von einfachen chemischen Verbindungen (Kieselsäure, Magnesia u. s. w.) in Verhältnissen, die der Zusammensetzung der genannten Minerale entsprechen, schmolz. Später wandte Daubrée (1866) die Methode von Hall bei der künstlichen Darstellung der Meteoriten[2]) an, er schmolz in hessischen Tiegeln Meteorsteine und ähnlich zusammengesetzte Gesteine (Lherzolithe), wobei er eisenhaltige Silicate durch Kohle reducirte. Dabei erhielt er in Hohlräumen der Schmelzen gut ausgebildete Olivin- und Enstatit-Kryställchen (l. c. pag. 512). Endlich stellten Fouqué und M.-Lévy nach der Methode von Hall eine ganze Reihe wohlgelungener Versuche über Synthesen an, deren Resultate in ihrem bekannten Werke: „Synthèse des minéraux et des roches", Paris 1882, zusammengefasst sind. Ohne jegliche Uebertreibung kann man sagen, dass diese Arbeit für die Mineralogie und die Petrographie epochemachend war. Es muss auch erwähnt werden, dass vorher keine genauen Vorstellungen über die Bildung der wichtigsten gesteinsbildenden Minerale, wie z. B. der Feldspathe, vorhanden waren. Namhafte Gelehrte, wie Mitscherlich, Gustav Rose, Sorby[3]) u. a., hielten es früher für unmöglich, solche Minerale durch directes Schmelzen der Bestandtheile darzustellen. Dieses Vorurtheil und die damit verbundenen Vorstellungen über den Ursprung der Eruptivgesteine wurden erst durch die Versuche von Fouqué und M.-Lévy widerlegt, indem diese Forscher durch Schmelzen und langsames Erkalten Anorthit, Labrador, Oligoklas, Nephelin, Leucit in Combination mit Olivin, Augit und anderen Mineralien, wie solches in sogenannten neovulcanischen Laven beobachtet wird, zuerst erhielten. Eine derartige Darstellung von Augit-Andesit, Basalt, Ophit, Leucit-Tephrit, Nephelinit u. dergl. warf

[1]) Vergl. Fouqué et Michel-Lévy, Synthèse des minéraux et des roches Paris 1882, pag. 36. Zirkel, Lehrbuch der Petrographie, 1893, Bd. I, pag. 823—824.

[2]) Vergl. Abschn. Synthèse chimique des météorites in seinen Études synthétique de Géologie expérimentale, Paris 1879.

[3]) Vergl. Fouqué et M.-Lévy, l. c. pag. 44.

Digitized by Google

selbstverständlich ein helles Licht auf die Bildung dieser Gesteine in der Natur, die vorher, abgesehen von Hall's und Watt's (zum Theil vergessenen) Versuchen, dunkel und unsicher zu sein schien. Die Versuche der französischen Forscher erregten grösstes Aufsehen, weil diese Gelehrten bei streng bestimmten Bedingungen arbeiteten und die erhaltenen Schmelzen mikroskopisch-optisch nachprüften, wobei sich eine völlige Analogie dieser Schmelzen mit natürlichen Laven sowohl in Bezug auf die Structur der ganzen Schmelze, als auch auf die mikroskopischen Eigenthümlichkeiten der einzelnen Minerale zeigte.

Fouqué und M.-Lévy führten ihre Versuche in einem kleinen Laboratoriumofen von Leclerc und Forquignon aus, der mit einem Gemisch von Leuchtgas und Luft unter Anwendung des Demoiseauschen Gebläses erhitzt wird. In den Innencylinder des Ofens wurde, auf einem Platin-Dreieck ruhend, ein Platintiegel von 20 Centimeter Inhalt hineingebracht. Der Tiegel liess sich im Ofen heben und senken. In diesem Ofen wird die Schmelztemperatur des Platins erreicht.[1]) Durch Regulirung des Luftzutritts und Verschieben des Tiegels im Cylinder erhielten Fouqué und M.-Lévy bei ihren Versuchen dauernd vier verschiedene Temperaturen, die durch die Schmelzbarkeit einiger Metalle und Mineralien gemessen wurden. 1. Bei der höchsten Temperatur schmilzt oder erweicht Platin, und Olivin, Leucit und Anorthit gehen in eine dickflüssige glasige Masse über; 2. bei etwas niedrigerer Temperatur schmilzt leicht sowohl Eisen und Stahl, als auch alle Bisilicate; 3. bei einer noch niedrigeren Temperatur wird Stahl nur weich, Kupfer schmilzt dagegen leicht; dies ist die Grenztemperatur für das Schmelzen von Labrador und Oligoklas; Pyroxen schmilzt noch vollständig, ebenso Nephelin; endlich 4. bei der niedrigsten dieser Temperaturen schmilzt Kupfer schwierig. Daraus folgt, dass Fouqué und M.-Lévy über Temperaturen von 1100° (Kupfer-Schmelzpunkt[2]) bis 1700—1800°[3]) (Tem-

[1]) l. c. pag. 48.

[2]) Vergl. Doelter's Schmelzpunkt-Tabelle in seiner Allg. Chem. Mineralogie, pag. 179.

[3]) Der Schmelzpunkt des Platins ist nicht genau festgestellt worden; verschiedene Forscher führen Zahlen von 1780—2000° an. Vergl. Landolt-Börnstein, Physik.-Chem. Tabellen, Berlin 1894, pag. 125 und Brauns, Chem. Mineralogie, 1896, pag. 61.

Digitized by Google

peratur des Weichwerdens des Platins) verfügen konnten. Das Schmelzen selbst wurde bei der Temperatur 1 ausgeführt, die Krystallisation der Schmelze bei den Temperaturen 2, 3 und 4. Die Forscher unterbrachen den Krystallisationsprocess nach einiger Zeit bei verschiedenen Temperaturen und es gelang ihnen auf diese Weise, verschiedene Stadien zu beobachten und eine gewisse Abhängigkeit der Ausscheidung der Minerale aus den Schmelzen von Erniedrigung der Temperatur festzustellen; auf Grund ihrer Versuche gelangen sie zum Schluss, dass sich Minerale aus dem Magma nach abnehmender Schmelzbarkeit und bei einer Temperatur, die etwas unter ihrem Schmelzpunkt liegt, ausscheiden, eine Folgerung, mit der wir nicht vollständig einverstanden sein können, angesichts des oben (s. Einleitung pag. 7) Auseinandergesetzten und der Beobachtungen, die nachträglich angeführt werden sollen.

Um die Charakteristik der von Fouqué und M.-Lévy ausgearbeiteten Methode zu vervollständigen, bleibt nur zu erwähnen, dass sie für ihre Mischungen theils chemische Präparate, wie gefällte Kieselsäure und Thonerde, kohlensaure Kali-, Natron- und Kalksalze, gebrannte Magnesia und Eisenoxyd, theils aber natürliche Mineralien: Mikroklin, Oligoklas, Labrador, Augit, Leucit, Olivin, Quarz benutzten.

Die oben beschriebene Art und Weise der Versuche zeichnet sich freilich durch grössere Reinheit und gewisse Vorzüge aus, die dem Forscher gestatten, die Vorgänge genau zu beobachten, sie nach Wunsch zu unterbrechen und weiter zu führen, die Temperatur stufenweise zu ändern u. s. w.

Andererseits aber ist im Leclerc-Forquignon'schen Ofen blos für einen kleinen Tiegel Platz (Fouqué und M.-Lévy arbeiteten mit einem Platintiegel von 20 Centimeter Inhalt), worin jedesmal nur eine recht unbeträchtliche Menge der Mischung geschmolzen werden kann. Dieser Umstand, der scheinbar nicht von Wichtigkeit ist, bildet in der That einen grossen Mangel.

Die Aufgaben der petrographischen Synthese beschränken sich nicht nur auf die Darstellung verschiedener Typen von Gesteinen, sondern sie erstrecken sich auf das ganze Gebiet der während der Krystallisation des Magmas stattfindenden chemischen und physikalischen Processe. Jede petrographische oder mineralogische Synthese müsste aus drei Momenten bestehen: 1. Beobachtungen in der Natur,

Digitized by Google

2. Versuch der künstlichen Darstellung des Minerals oder Gesteins bei Bedingungen, die den natürlichen möglichst nahe stehen, und 3. analytischer Nachprüfung des synthetisch erhaltenen Minerals oder Gesteins. Die betreffenden chemischen Fragen können durch eingehende analytische Untersuchung der erhaltenen krystallinischen Gemenge, durch Isoliren einzelner Bestandtheile und durch Vergleichung ihrer chemischen Zusammensetzung mit der entsprechenden Magmazusammensetzung entschieden werden. Die mikroskopisch-optische Untersuchung der Schmelzen allein ist im vorliegenden Falle ungenügend und nicht massgebend. Um partielle chemische Analysen ausführen zu können, bedürfen wir grosser Mengen der Schmelze und dabei muss sie gut auskrystallisirt sein, das heisst Krystalle von einer Grösse enthalten, die gestatten, sie mit Hilfe bekannter wissenschaftlicher Methoden aus dem Gemisch zu isoliren. Folglich ist es unvermeidlich, mit verhältnismässig grossen Mengen von Gemischen zu arbeiten, die, ceteris paribus, überhaupt grössere Krystalle liefern, wie dieselben Gemische in kleinen Mengen. Daher ist der Ofen von Leclerc und Forquignon unzweckmässig. Weit geräumiger ist der Perrot'sche Ofen, doch kann in letzterem blos eine Temperatur von 1000—1100° erreicht werden; in diesem Ofen lassen sich blos in hohem Grade basische Mischungen schmelzen, die einen Gehalt von höchstens 45 Procent Kieselsäure und Basen in einem bekannten Verhältnis, wie z. B. im Melilith-Basalt, manchen Hauynophyren u. dergl. haben. Daher eignet sich der Perrot'sche Ofen nur für eine sehr beschränkte Anzahl von Schmelzen; dagegen ist er sehr bequem für die Entglasung von gewissen bei höheren Temperaturen erhaltenen Schmelzen.

Diese theoretischen und manche praktischen Betrachtungen zwingen uns, für wissenschaftliche Zwecke grosse Fabriköfen zu benutzen, die eine entsprechende Temperatur und für Schmelzversuche günstige Bedingungen besitzen. Die meisten Schmelzen, deren Studium den Gegenstand der vorliegenden Arbeit bildet, sind von mir auf der Glasfabrik Targówek in der Umgegend von Warschau in einem Siemensofen erhalten worden. Der Gedanke, solche Versuche in einer Fabrik anzustellen, ist nicht neu. Er wurde zuerst von James Hall gefasst, der das Schmelzen von Laven in einem Hochofen vollzog, und seinem Beispiel folgten dann viele, die sich auf diesem Gebiete bethätigten. Hier will ich blos noch Ebelmen erwähnen, der seine

Digitized by Google

classischen Synthesen von Spinell, Korund u. a. Minerale auf der berühmten Sèvres'schen Porzellanfabrik ausführte.

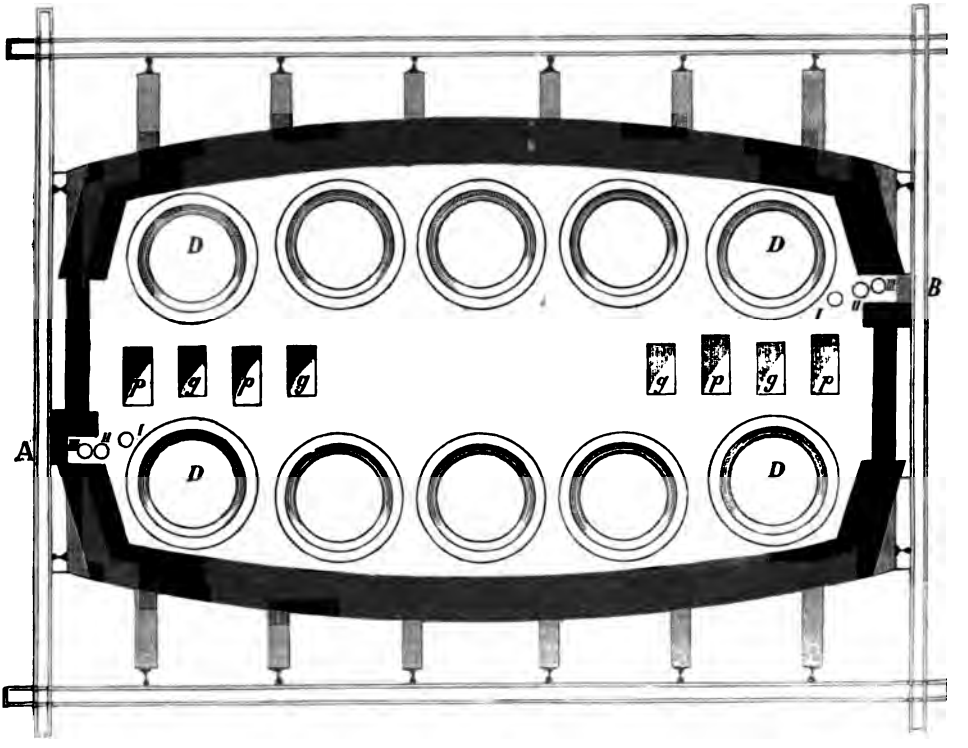
In einem Glasfabrikofen ist Platz genug, um Versuche anzustellen. In Targówek wird der Ofen nach dem Siemens'schen Princip mit Gas, das heisst mit in sogenannten Generatoren erzeugtem Kohlenoxyd, das vor Eintritt in den Ofen mit Luft gemischt wird, geheizt. Bei vollem Gaszutritt erhitzt dies Gemisch den Ofen bis zur blendenden Weissgluth. Für meine Versuche wurden in den Ofenwänden zwei Oeffnungen, zwei kleine Canäle $1^1/_2$ Fuss lang angebracht, so dass man ohne Mühe Tiegel hineinstellen und herausnehmen konnte. In diesen Canälen, die man von aussen mit speciell verfertigten Backsteinen schliessen konnte, ist die Temperatur bedeutend niedriger wie im Ofen selbst. Dieser Umstand ermöglichte die Schmelzen bei stufenweise abnehmenden Temperaturen krystallisiren zu lassen, indem die Tiegel aus dem Ofen nach der Aussenöffnung hin verrückt werden konnten. Gewöhnlich wurden die Versuche so ausgeführt, dass das Schmelzen der Mischung im Innern des Ofens (auf der Stelle I) vor sich ging, darauf wurde der Tiegel auf einige Zeit zu der Innenöffnung des Canals (II. Stelle) verschoben, und endlich in der Mitte des Canals (III. Stelle) stehen gelassen, wo er sich wiederum eine gewisse Zeit lang befand. Gewöhnlich krystallisirte die Schmelze an der II. und III. Stelle. (Siehe die beigegebene Zeichnung des Siemensofens und ihre Erklärung.) Die Canäle erwiesen sich also als sehr zweckmässig für die Entglasung der im Ofen (I. Stelle) erhaltenen Schmelzen. (Siehe Figur auf nächstfolgender Seite.)

Was die im Innern des Ofens während des Glasschmelzens herrschende Temperatur anbetrifft, so lässt sich letztere annähernd berechnen, wenn wir nur die Zusammensetzung des in den Generatoren[1]) erzeugten Gases kennen, die wiederum durchaus von der Sorte der benutzten Kohle abhängt. Daher schwankt die theoretische Temperatur der Generatorgasflamme in verschiedenen Fabriken innerhalb weiter Grenzen, zwischen 1700—2100° C. In Targówek überschreitet die Temperatur sogar 2100° C., da die für die Generatoren benutzte Kohle einen hohen Heizwert besitzt. Doch entsprechen die

[1]) Vergl. in dieser Beziehung A. Naumann, Grundriss der Thermochemie etc., Braunschweig 1869, pag. 133—135; auch seine Technisch-thermochemischen Berechnungen zur Heizung etc., Braunschweig 1893, pag. 44; Dralle, Anlage und Betrieb der Glasfabriken, Leipzig, 1886, pag. 48—50 u. s. w.

Digitized by Google

theoretisch berechneten Zahlen nicht der wirklichen Temperatur des Ofens, die thatsächlich bedeutend niedriger ist. Sogar die Anwendung von sogenannten Siemens'schen Regeneratoren[1]), worin das Gas vor der Entzündung erhitzt wird, gleicht die durch Strahlung und Er-



Siemens-Ofen.

Horizontaler Durchschnitt. *D—D* Grosse Thontiegel für Glasschmelzen; *A* und *B* Canäle, worin Versuche angestellt worden; *I—III* erste, zweite und dritte Stelle; *p—g* Oeffnungen, durch welche Luft und Gas eintritt.
Maasstab 1 : 48.

wärmung der überschüssigen Luft, die mit dem Generatorgas gemischt wird, verloren gegangene Wärme nicht aus. Corrigiren wir die erhaltenen Zahlen, dann überzeugen wir uns, dass die oben angeführte Verbrennungstemperatur des Gases (2100° C.) unseren Ofen höchstens auf 1600° C. erhitzen kann. Thatsächlich habe ich mich durch einen

[1]) Benrath, Die Glasfabrication, Braunschweig 1875, pag. 132.

Digitized by Google

Versuch überzeugt, dass Leucit im Ofen zu einem homogenen durchsichtigen Glas schmilzt, sein Schmelzpunkt liegt aber nach Doelter über 1500° C. An der Canalmündung ist die Temperatur niedriger: hier schmelzen leicht Eisen-Magnesia-Pyroxene (Schmp. 1100 bis 1200° C.[1]), sowie Adular (Schmp. nach Jolly 1175° C.[2]). Im Innern des Canals fällt die Temperatur bis zur Dunkelrothglut (das heisst bis 500—600° C.[3]), bei welcher Nephelin nicht einmal schmilzt, sondern nur sintert. Folglich können wir annähernd annehmen, dass die Temperatur zwischen der Stelle I im Ofen und III in den Canälen allmählich von 1600° bis 600—500° C. fällt. Daher eignen sich die Canäle vorzüglich für langsames Erkalten und für die Krystallisation der Schmelzen. Die oben angeführten Maximal-Temperaturen beziehen sich blos auf dasjenige Stadium des Glasschmelzens, in welchem das eigentliche Schmelzen vor sich geht und der Ofen den höchsten erreichbaren Grad des Glühens aufweist. Nach diesem Stadium, welches 8—10 Stunden dauert, vermindert sich bedeutend der Gas- und Luftzutritt, und die Temperatur des Ofens sinkt zur Hellrothglut, die während der „Arbeit", das heisst des Glasschöpfens aus Tiegeln, des Blasens u. s. w. (6—8 Stunden) unverändert erhalten wird. Daraus sehen wir, dass sich die Temperatur des Siemens-Ofens periodisch (alle 10 Stunden etwa), angefangen von blendender Weissglut (circa 1600°) bis zur Hellrothglut (circa 800°) ändert; dementsprechend ändert sich auch die Temperatur an den drei oben bezeichneten Stellen. Durch diesen Umstand werden, wie wir es später sehen werden, manche Eigenthümlichkeiten der Structur der Krystalle, die sich in den Schmelzen bildeten, erklärt.

Zu den Versuchen wurden vorzügliche feuerbeständige Chamotte-Tiegel benutzt, deren Dimensionen je nach Bedarf verschieden waren. Ich pflegte das Schmelzen der Gemische in grossen Tiegeln, die Entglasung aber und die partielle Krystallisation in kleineren, von 150 Cubikcentimeter Inhalt auszuführen. Die mit einer Mischung beschickten Tiegel wurden sorgfältig mit Thonplatten bedeckt, die mitunter, um alle Gefahr zu vermeiden, mit Kaolin angekittet waren, ferner wurden diese Tiegel in den Canal auf besonderen feuerfesten Ziegeln hineingestellt. Mittels eines langen Eisenstabes wurde der Backstein

[1]) Doelter, Allgem. Chem. Miner., pag. 180.

[2]) Vergl. Hintze, Handbuch der Mineralogie, pag. 1443.

[3]) Brauns, Chem. Mineralogie, pag. 22.

Digitized by Google

mit den Tiegeln in den Canal hereingebracht, gelinde erwärmt, und sobald dunkle Rothglut erreicht war, an die Stelle I verschoben. Hier verweilten die Tiegel nur kurze Zeit und nach einigen Stunden wurden sie mit schon geschmolzenem Inhalt in den Canal auf Stelle II weitergerückt, um später, nach Ablauf mehrerer Tage, auf die Stelle III gebracht zu werden, wo sie endgiltig erkalteten. Die Krystallisation der Schmelzen dauerte gewöhnlich 1—3 Wochen, aber in Ausnahmefällen auch länger, z. B. bis $2^1/_2$ Monate. Um die Abhängigkeit der Krystallisationsvorgänge von der Temperatur zu prüfen, wurden mehrere, mit ein- und derselben Mischung beschickte Tiegel an verschiedenen Canalstellen stehen gelassen und dann gleichzeitig herausgenommen. Zwecks Schmelzens grosser 100 Pfund schwerer Massen benutzte ich Fabriktiegel, die zum Glasschmelzen dienen (D auf Zeichnung 1; auf Fig. 3, Taf. I ist ein Theil eines solchen Tiegels abgebildet). Solche Versuche konnten jährlich nur einigemale wiederholt werden, nämlich dann, wenn alle Tiegel aus dem Ofen entfernt und durch neue ersetzt wurden. In diesem Falle dauerte die Krystallisation der Schmelze im ganzen 10—12 Stunden; die weitere Erhitzung wurde in besonderen für Ziegelbrennen u. dergl. bestimmten Oefen bewerkstelligt, wo die Temperatur den Schmelzpunkt des Kupfers nicht überschreitet (letzteres erweicht blos bei dieser Temperatur). Die derartig erhaltenen mitunter sehr gut auskrystallisirten Massen lieferten unter anderem ein sehr bequemes Material für weitere Versuche, die betreffs Feststellung des Einflusses der Schmelzdauer, der Temperaturschwankungen u. s. w. auf die Krystallisation der Schmelze angestellt wurden.

Der grösste Uebelstand bei der beschriebenen Methode liegt darin, dass die schmelzenden Gemische in manchen Fällen die Tiegelwände stark angreifen, sie auflösen, wobei natürlich auch die Zusammensetzung der Schmelze selbst geändert wird, da sie sich mit Thonerde und Kieselsäure bereichert. Besonders „ätzend" sind in dieser Hinsicht magnesiareiche und gleichzeitig thonerde- und alkaliarme Mischungen. So z. B. zerfrisst die dem Melilithbasalt von Hochbohl entsprechende Mischung im Verlaufe von 2—3 Stunden den Tiegel vollständig, wenn sie auf der Stelle I geschmolzen wird. Dies ist auch leicht erklärlich: Magnesia zeichnet sich durch äusserst starke Affinität zur Thonerde aus, indem sie mit letzterer bei hohen Temperaturen sehr leicht Spinell bildet; daher verbinden sich magnesia-

Digitized by Google

reiche und unbeträchtliche Mengen Thonerde enthaltende Schmelzen mit der in den Tiegelwänden enthaltenen Thonerde. Schmilzt man aber dieselbe Melilithbasaltmischung bei einer niederigen Temperatur, z. B. auf der Stelle III, dann wird eine schön auskrystallisirte Schmelze von unveränderter Zusammensetzung erhalten. Kalk-Alkalimischungen, die an Thonerde reich sind, greifen den Tiegel nicht einmal nach andauerndem Glühen auf der Stelle I an, gleichgiltig, ob sie an Kieselsäure sehr reich oder verhältnissmässig arm sind. Ueberhaupt kann man Mischungen von der Zusammensetzung $(K_2, Na_2, Ca)O \,.\, Al_2O_3 \,.\, nSiO_2$, wo n 2—10 bedeutet, ohne jede Gefahr in Thontiegeln und bei allen Temperaturen schmelzen. Diese empirischen Beobachtungen sollen im Abschnitt über Korund, Spinell, Sillimanit und Cordierit eingehend theoretisch erklärt werden. Doch bevor dieses Verhalten aufgeklärt wurde, ergaben viele Bestrebungen und Versuche, von denen anfänglich 30% wegen der chemischen Wirkung der Mischungen auf die Tiegel gescheitert waren, kein Resultat. Etwa 25% der Gesammtzahl der Versuche (circa 200) waren wegen anderer Ursachen, wie z. B. Platzen der Tiegel während des Schmelzens, Auftropfen von Glas aus dem Ofen u. s. w. erfolglos. Trotz dieser Mängel ist der gut gelungene Theil der Versuche so befriedigend, dass solche Resultate bei anderweitigem Experimentiren kaum zu erwarten wären. Die künstlich dargestellten Mineral-Combinationen (Gesteine) sind in genügender Menge für eine genaue chemische Untersuchung erhalten worden, wodurch der Vorwurf der Ungenauigkeit der Experimente (in Bezug auf die Reinheit der Substanz) vermieden wird.[1])

Da die gebildeten Krystalle ziemlich gross waren, so konnte man sie aus dem Gemenge isoliren, analysiren und sogar die bei der Magmakrystallisation stattfindenden chemischen Vorgänge näher kennen lernen, was bei den bekannten Versuchen von Fouqué und M.-Lévy nicht der Fall war. Ferner gestattet noch das Experimentiren in der Fabrik mehrere Versuche gleichzeitig anzustellen, ohne ihre Dauer zu beschränken; diese Bedingungen können aber im Laboratorium nicht immer erfüllt werden.

Was das Verfahren bei der Bereitung von Mischungen anbelangt, wurden letztere hauptsächlich aus reinen chemischen Präparaten her-

[1]) Bekanntlich schwankt die Zusammensetzung des Magmas von einem und demselben petrographischen Typus innerhalb ziemlich weiter Grenzen.

Digitized by Google

gestellt. Kieselsäure wurde in die Mischung als ihr Hydrat $SiO_2 . 3H_2O$, Thonerde als Hydrargillit ($Al_2O_3 . 3H_2O$), Kalk, Magnesia und Alkalien als betreffende kohlensaure Verbindungen, Eisenoxyd als Eisenglanz oder faseriger Hämatit eingeführt; statt Eisenoxydul wurde entweder Siderit ($FeCO_3$) oder Fayalitschlacke (Fe_2SiO_4) mit 65% FeO, 34% SiO_2, 0·5% MnO und 0·5% CaO benutzt. Mitunter wurden auch kleine Mengen Titansäure (Rutil), Phosphorsäure [$Ca_3(PO_4)_2$], Schwefelsäure (Gyps oder Na_2SO_4) und andere zugefügt, wobei natürlich die Menge der mit den Säuren in Gestalt von Salzen eingeführten Basen von der Gesammtmenge der zur Zusammensetzung der Mischung gehörenden Basen in Abzug gebracht wurde. Die pulverisirten Substanzen wurden innig zusammengemischt; die Tiegel mit der Mischung möglichst kräftig beschickt und anfänglich gelinde erhitzt, um die in den genannten Präparaten enthaltenen beträchtlichen Wassermengen zu entfernen.

Die für grössere Schmelzflüsse (100 Pfund und mehr) bestimmten Mischungen werden aus gewöhnlichen käuflichen chemischen Materialien und aus zerkleinerten Mineralien zubereitet. Anstatt SiO_2 und Al_2O_3 wurde gewöhnlich reiner ausgeglühter Meissener Kaolin benutzt, wobei die fehlende SiO_2 durch Quarz und die Thonerde durch Bauxit von der Zusammensetzung: 68·8% Al_2O_3, 4·6% Fe_2O_3, 8·1% $SiO_2 + TiO_2$, 18·0% H_2O ersetzt wurde; statt CaO und MgO wurde krystallinischer Calcit und Magnesit in entsprechenden Mengen verwendet; Alkalien werden als calcinirte Soda und Pottasche, Fe_2O_3 als Hämatit beigemischt; was das Eisenoxydul anbetrifft, benutzte ich statt seiner, wegen Mangel an käuflichem Siderit, auch Hämatit, doch fügte ich zur Mischung eine solche Menge pulverisirter Holzkohle zu, die zur Reduction des Hämatits zu Eisenoxydul genügend wäre; ein kleiner Theil des Hämatits wurde dabei gewöhnlich zu metallinischem Eisen reducirt, welches sich in Tropfen am Tiegelboden absetzte (vergl. Fig. 3, Taf. I).

Die meisten Mischungen wurden nach Analysen von Eruptivgesteinen, die dem bekannten Werke von Roth[1]) entnommen wurden, zubereitet. Bei der Wahl von Analysen habe ich vorzugsweise auf den frischen Zustand des Gesteins, seine typischen Eigenschaften und die Vollkommenheit der Krystallisation besonderen Wert gelegt.

[1]) J. Roth, Gesteinsanalysen, Berlin 1861—1884.

Digitized by Google

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF

So z. B. wurde für Versuche mit dem Granitmagma isländischer Liparit[1]), für Syenitmagma Trachyt von der Insel Ischia[2]), für Basaltmagma Dolerit von Londorf, Feldspathbasalt von der Insel Pantelleria[3]) u. s. w. verwendet. Ausserdem habe ich mitunter auch theoretische Combinationen der gesteinsbildenden Minerale von einer bestimmten Zusammensetzung zubereitet. Um den „theoretischen" Basalt zu erhalten, wurden z. B. 3 Theile Olivin (Hekla[4]), 3 Theile Labrador (Aetna), 1 Theil Augit (Aetna) und $^1/_4$ Theil Magnetit u. s. w. genommen. Die theoretischen Mischungen dienten hauptsächlich für Versuche, die zur Aufklärung des Einflusses der Uebersättigung des Magmas mit irgend einem Silicat (aus den gesteinsbildenden S.) auf die Aufeinanderfolge der Ausscheidung verschiedener Minerale aus demselben angestellt wurden.

Die genaue analytische Untersuchung der nach der oben beschriebenen Methode erhaltenen Schmelzen bildete eine der wichtigsten Aufgaben der vorliegenden Arbeit. Das mikroskopisch-optische Studium der Gesteine und besonders der künstlich erhaltenen Producte allein kann nicht für massgebend gehalten werden, insofern es sich um chemische Fragen beim Krystallisationsprocess des Magmas handelt. Die chemische Natur der aus der Schmelze ausgeschiedenen Krystalle an und für sich und in Beziehung auf die allgemeine Magmazusammensetzung, sowie auf die Zusammensetzung analoger Minerale in den Gebirgsarten ist von grossem wissenschaftlichen Interesse. Infolgedessen habe ich, ohne die mikroskopisch-optischen Methoden zu vernachlässigen, mich bemüht, die erhaltenen Producte vor allem eingehend chemisch zu erforschen. Da die Versuche in Thontiegeln ausgeführt wurden und da die Mischungen in manchen Fällen die Tiegel merklich angriffen, wodurch die ursprüngliche Zusammensetzung geändert wurde, habe ich die für eine genaue chemische Untersuchung bestimmten Schmelzen immer einer Controlbauschanalyse unterworfen. Dieses wurde auch in denjenigen Fällen befolgt, in welchen die Mischungen allen äusserlichen und mikroskopischen Merkmalen nach ihre ursprüngliche Zusammensetzung nicht geändert

[1]) Ibid. 1861, 12, Nr. 32.
[2]) Ibid. 1873, XXXVI, 11.
[3]) Ibid. 1884, LXXVI, 16.
[4]) Rammelsberg, Handbuch der Mineralchemie, Leipzig 1875, pag. 564, Nr. 1, pag. 411, Nr. 20.

Digitized by Google

hatten. An dieser Stelle ist noch zu erwähnen, dass gut auskrystallisirte und die Tiegelwände nicht angreifende Schmelzen sich von letzteren gut ablösen lassen.

Das Isoliren der Krystalle aus den Schmelzen wurde hauptsächlich auf chemischem Wege ausgeführt, doch wurden in Fällen, wo dieses möglich war, auch andere Methoden, wie diejenige mittels schwerer Flüssigkeiten oder mit Hilfe des Elektromagneten herangezogen. Diese hiebei zum erstenmale für das Isoliren der Krystalle aus künstlich dargestellten Gesteinen angewendeten Methoden sollen in dem folgenden Abschnitte in jedem einzelnen Falle beschrieben werden. Dort sollen auch einige analytische Verfahren, die ich beim Analysiren benutzte, Erwähnung finden. Die Methode der künstlichen Darstellung der Minerale der Nosean- und Sodalithgruppe, die von der oben beschriebenen wesentlich abweicht, wird in einem besonderen, diesem Gegenstand gewidmeten Capitel auseinandergesetzt werden.

Es bleibt nur noch übrig, einiger Versuche über das Schmelzen von Gesteinen, wie Granit, Andesit, Basalt u. a., zu erwähnen. Diese bis jetzt noch nicht zu Ende geführten Versuche wurden unter denselben Bedingungen wie die vorigen angestellt. Stücke genannter Gesteine wurden in Thontiegeln geschmolzen und einer langsamen Krystallisation überlassen. Anscheinend ein recht interessantes Resultat, das beim Schmelzen von Granit vom Tatragebirge erhalten wurde, will ich im petrographischen Theil der vorliegenden Arbeit besprechen.

II. Abschnitt.

Bildungsbedingungen für Korund, Spinell, Sillimanit und Cordierit in Silicatmagmen.

I. Uebersicht der Literatur.

Korund und Spinell gehören bekanntlich zu Mineralien, die bei mannigfaltigsten Bedingungen leicht künstlich darstellbar sind. Besonders ausgiebig beschäftigten sich viele Forscher mit der Korund-Synthese; von letzteren erhielt Frémy insofern sehr beachtenswerte Resultate, als es ihm zuerst gelang, Rubinkryställchen in grosser Menge darzustellen, die vermöge ihrer Grösse nicht nur wissenschaftliches, sondern auch ein gewisses praktisches Interesse darbieten. [1])

[1]) E. Frémy, Synthèse du rubis. Paris 1892.

Digitized by Google

Doch sind die Bedingungen der Korundbildung in der Natur, wie wir es unten sehen werden, noch lange nicht aufgeklärt und daher müssen auch die in dieser Richtung ausgeführten experimentellen Untersuchungen als noch nicht zu Ende geführt betrachtet werden.

Die künstlichen Darstellungsmethoden der obengenannten Minerale kann man der Uebersichtlichkeit halber folgendermassen zusammenstellen. [1])

Korund.

A. Darstellungsmethoden des Korunds auf trockenem Wege:

1. Krystallisation der geschmolzenen amorphen Thonerde. Auf diesem Wege erhielt Korund zuerst Gaudin im Jahre 1869. [2]) Vor kurzem (1892) schmolz Moissan [3]) in seinem elektrischen Ofen Thonerde während mehrerer Minuten (Schmelztemperatur 2250°) und erhielt Rubinkrystalle (mit Beimengung von Cr_2O_3).

2. Krystallisation des Korunds aus Schmelzen, worin folgende Substanzen die Rolle von Lösungsmitteln spielen: *a)* Kaliumbichromat (Exner [4]); *b)* Borax (Ebelmen, 1851 [5]); *c)* Kaliumbimolybdat (Parmentier, 1882 [6]); *d)* Bleioxyd, wobei sich Bleialuminat bildet, das durch Kieselsäure nach der Gleichung $PbAl_2O_4 + SiO_2 = PbSiO_3 + Al_2O_3$ leicht zersetzt wird (Frémy et Feil, 1877 [7]); *e)* Natriumsulfid (Hautefeuille et Perrey, 1887 [8]); *f)* Kryolith (Meunier, 1887 [9]); *g)* reines oder mit Natriumsulfid gemischtes Nephelinglas (Hautefeuille et Perrey, 1890 [10]); endlich *h)* die Mischung von $40\,SiO_2 + 37\,CaO$, mit $120\,Al_2O_3$ geschmolzen (Brun, 1891 [11]); bei der Krystallisation dieser Mischung bildet sich ausser Korund noch Anorthit.

---

[1]) Verweisungen auf die ältere Literatur sind vorzugsweise den allgemeinen Werken von Fouqué und M.-Lévy, Bourgeois u. a. entlehnt worden.

[2]) C. r., LXIX, pag. 1342.

[3]) C. r., CXV, pag. 1035.

[4]) J. pr. Chem., XVII, pag. 175.

[5]) Ann. de Ph. et Chim., XXXIII, pag. 34.

[6]) C. r., XCIV, pag. 1713.

[7]) C. r., LXXXV, pag. 1029.

[8]) C. r., CV.

[9]) C. r., CIV, pag. 1111.

[10]) Bull. soc. fr., XIII, pag. 147.

[11]) Arch. sc. phys. et natur., Genève, XXV, pag. 239.

Digitized by Google

3. Zersetzung der Haloid- und anderer Aluminiumverbindungen durch Wasserdämpfe, Borsäure u. dergl. (Sublimation): *a)* St. Claire Deville und Caron[1]) erhielten beim Zersetzen von Al_2Fl_6 (mit Beimengung von Cr_2Fl_6) mit borsauren Dämpfen bei Weissgluthtemperatur schöne Rubin- und Saphirkryställchen ($Al_2Fl_6 + B_2O_3 = Al_2O_3 + 2\,BFl_3$); *b)* Debray[2]) behandelte rothglühendes Natriumaluminat oder die Mischung von Aluminiumphosphat und Kalk mit Chlorwasserstoffdämpfen, die sie unter Ausscheidung von Korund ($Na_2Al_2O_4 + 2\,HCl = Al_2O_3 + 2\,NaCl$) zersetzen; *c)* Hautefeuille[3]) erhielt Korund, indem er über glühende amorphe Thonerde einen Strom von Fluorwasserstoff und Wasserdämpfen leitete ($Al_2O_3 + 6\,HFl = Al_2Fl_6 + 3\,H_2O$; $Al_2Fl_6 + 3\,H_2O = Al_2O_3 + 6\,HFl$); *d)* die bekannte Methode von Frémy und Feil[4]) und diejenige von Frémy und Verneuil[5]) ist hauptsächlich auf der Wirkung von Bariumfluorid auf Thonerde bei Wasserdämpfen- und Luftgegenwart basirt ($3\,BaFl_2 + Al_2O_3 = Al_2Fl_6 + 3\,BaO$; $Al_2Fl_6 + 3\,H_2O = Al_2O_3 + 6\,HFl$); interessant ist dabei eine gleichzeitige Bildung von Barium-Anorthit ($BaO\,.\,Al_2O_3\,.\,2\,SiO_2$) auf den kieselsäurehaltigen Wandungen des Tiegels; *e)* Meunier[6]) erhielt Korund nach einer der Darstellungsweise von Eisenglanz analogen Methode, nämlich bei der Zersetzung von Aluminiumchlorid mit Wasserdämpfen bei heller Rothgluth ($Al_2Cl_6 + 3\,H_2O = Al_2O_3 + 6\,HCl$).

4. Zersetzung der thonerdehaltigen Verbindungen bei hohen Temperaturen: *a)* noch im Jahre 1837 gelang es Gaudin[7]), Korund durch Schmelzen von gewöhnlichem Alaun und Kaliumsulfat mit Kohle zu erhalten, wobei natürlich Kaliumsulfat zu Kaliumsulfid reducirt wurde (vergl. die Methode von Hautefeuille und Perrey, 2 *e)*; *b)* nach Debray (l. c.) bildet sich Korund auch in der Schmelze von Aluminiumphosphat mit Kaliumsulfat ($Al_2(PO_4)_2 + 3\,K_2SO_4 =$

---

[1]) C. r. 1858, XLVI, pag. 764.

[2]) C. r. 1861, LII, pag. 985.

[3]) Ann. Chim. Phys. 1863, IV, pag. 153. Vergl. auch den analogen Versuch mit *HCl*. Hautefeuille et Perrey, C. r. 1890, CX, pag. 1038.

[4]) L. c. pag. 1029.

[5]) C. r. 1888, CVI, pag. 565; C. r. 1890, CXI, pag. 667 etc.

[6]) C. r. 1880, XC, pag. 701.

[7]) C. r., IV, pag. 999.

Digitized by Google

$= Al_2O_3 + 2K_3PO_4 + 3SO_3$); *c)* Wernadskij[1]) theilt eine recht interessante Thatsache mit: er beobachtete im geschmolzenen Kaliglimmer eine gleichzeitige Bildung des Korunds und Sillimanits.

B. Die Darstellung des Korunds auf nassem Wege unter hohem Druck und bei hoher Temperatur ist zuerst Sénarmont[2]) gelungen, indem er eine wässerige Lösung von Aluminiumchlorid im zugeschmolzenen Rohr auf 350° erhitzte; in ähnlicher Weise erhielt Korund auch Bruhns[3]) beim Erhitzen frisch niedergeschlagener oder geglühter Thonerde auf 300° mit Wasser, das Spuren von Ammoniumfluorid enthielt, und G. Friedel[4]) beim Behandeln von amorpher Thonerde mit Aetzkali bei fast denselben Bedingungen. Endlich bildet sich nach Doelter[5]) Korund beim Erhitzen von Aluminiumchlorid mit kohlensauren Alkalien unter Druck.

Spinell.

1. Krystallisation des Spinells aus Schmelzen: *a)* Ebelmen[6]) erhielt eine ganze Reihe von Spinellen beim Schmelzen ihrer Bestandtheile in Borsäure als in einem Lösungsmittel; *b)* nach Meunier[7]) krystallisirt Spinell aus der aus Magnesia mit Aluminiumchlorid, Thonerde und Kryolith gebildeten Schmelze aus; *c)* bei den Versuchen von Fouqué und M.-Lévy[8]) bildete sich Spinell (Pleonast) vorzugsweise in Nephelin- und Leucit-, seltener in Basaltschmelzen; *d)* im Gegensatz dazu constatirte Vogt[9]) die Ausscheidung von Spinell aus sehr basischen Erdalkalischlacken.

2. Bildung des Spinells durch Sublimation: *a)* St. Claire Deville und Caron[10]) stellten künstlich den Zink-Spinell nach der von ihnen für Korund angewandten Methode (Wirkung der borsauren

---

[1]) Ueber die Sillimanitgruppe und die Rolle der Thonerde in Silicaten. Moskau 1891, pag. 83 (russisch).

[2]) C. r. 1851, XXXII, pag. 762.

[3]) N. J. f. M., 1889, II, pag. 62.

[4]) Bull. min. fr., 1891, XIV, pag. 7.

[5]) Edelsteinkunde, Leipzig 1893, pag. 102.

[6]) Ann. de phys. et chim., 1848, XXII, pag. 211.

[7]) C. r. 1887, CIV, pag. 1111.

[8]) Synthèse, pag. 231, 400.

[9]) J. H. L. Vogt, l. c. pag. 190—203.

[10]) C. r. 1851, XXXIII, pag. 34.

Digitized by Google

Dämpfe auf Al_2Fl_6 und Zn) dar; *b)* Daubrée[1]) erhielt Spinell ($MgAl_2O_4$) beim Durchleiten von Al_2Cl_6 und H_2O-Dämpfen über glühende Magnesia; *c)* Spinell bildet sich auch dann, wenn bei den Daubrée'schen Versuchen statt Magnesia metallisches Magnesium angewandt wird, wie dieses Meunier[2]) that.

3. Bildung des Spinells durch Zerfall mancher Magnesia-Thonerdesilicate beim Schmelzen. Doelter und Hussak[3]) erhielten beim Schmelzen des Pyrops und Almandins Anorthit, Melilith und Pleonast; nach Doelter[4]) scheidet sich auch aus geschmolzenem Magnesiaglimmer, Klinochlor, Turmalin u. a. Spinell aus.

Sillimanit.

Nach Wernadskij's[5]) Untersuchungen wird Sillimanit beim Schmelzen der Thonerde mit Kieselsäure und wohl auch beim Erhitzen des Disthens und Andalusits über 1350° leicht erhalten. Er bildet sich auch beim Schmelzen des Muscovits. Meunier[6]) theilt mit, dass sich Sillimanit und Tridymit aus der von Kieselsäure, Pottasche und Aluminiumfluorid gebildeten Schmelze ausscheidet. Dem Sillimanit sehr nahe stehende Kryställchen erhielten noch früher Frémy und Feil[7]) beim Erhitzen von Aluminiumfluorid mit Kieselsäure.

Was nun den Cordierit anbetrifft, so sind seine Bildungsbedingungen noch nicht genügend bekannt. Nach Bourgeois[8]) wird er gleichzeitig mit Magnesia-Pyroxen beim Schmelzen von MgO, Al_2O_3 und SiO_2 im Verhältnis 2 : 2 : 5 erhalten.

Aus der angeführten Zusammenstellung ist zu ersehen, dass Korund, Spinell und Sillimanit bei hohen Temperaturen leicht krystallisiren. Die angedeuteten chemischen Reactionen und physikalischen Bedingungen, bei welchen diese Minerale erhalten werden können,

---

[1]) C. r. 1853, XXXIX, pag. 135.

[2]) C. r. 1880, XC, pag. 1009.

[3]) N. J. f. M., 1884, I, pag. 158.

[4]) Synthetische Studien, N. J. f. M., 1897, I, p. 1—4. Vergl. auch bei Wernadskij, l. c. pag. 83.

[5]) L. c. pag. 56, 73, 83.

[6]) C. r. 1890, CXI, pag. 509.

[7]) C. r. 1877, LXXXV, pag. 1029.

[8]) Repr. art. d. min., pag. 225. Vergl. auch Dölter, Allgem. chem. Miner., pag. 160.

Digitized by Google

sind so zahlreich und mannigfaltig, dass sie beinahe alle möglichen Fälle ihrer Bildung in der Natur umfassen (ausgenommen die Bildung des Spinells und Sillimanits auf hydrochemischem Wege).

Als charakteristische Eigenschaft der Thonerde tritt ihre Löslichkeit in vielen Alkalisalzen (s. oben *A.* 2) bei hohen Temperaturen und ihre Fähigkeit, leicht übersättigte Lösungen zu bilden, das heisst zu krystallisiren, auf. Doch haben nicht alle unter *A.* 2 angeführten Lösungsmittel vom geologischen Gesichtspunkt die gleiche Bedeutung, weil die Fälle *a*—*f* in der Natur offenbar nicht eintreten können. Dagegen sind die Fälle *g* und *h*, die auf die Möglichkeit der Korundbildung in Silicatmagmen hindeuten, für uns von grossem Interesse. Nach Hautefeuille und Perrey löst sich Thonerde in geschmolzenem Nephelin, und beim Erkalten des letzteren scheiden sich $^3/_4$ der angewandten Menge in Korundgestalt ab, $^1/_4$ bleibt im Nephelinglas zurück, indem es mit ihm, nach den Worten der Verfasser „un silicate nouveau: $2\,SiO_2$, $^5/_4\,Al_2O_3$, NaO" bildet. Es ist aber unverständlich, weshalb die genannten Forscher dieses Glas („pate vitreuse") für ein neues Silicat und nicht für eine einfache Mischung oder für eine „feste Lösung" der Thonerde in geschmolzenem Nephelin halten. Auch der Umstand bleibt unbekannt, ob dieses „Silicat" bei längerem Erhitzen und bei einer niedrigeren Temperatur nicht in Nephelin und Korund zerfiele, da Nephelin bei einer 1000° nicht übersteigenden Temperatur äusserst leicht krystallisirt.[1]) Weiterhin werden wir uns überzeugen, dass eine solche Voraussetzung durchaus annehmbar ist, und dass die Korundkrystallisation beim Versuch von Hautefeuille und Perrey nicht bis zur möglichen Grenze geführt worden war. Ein anderer Fall der Thonerdekrystallisation in einer Silicatlösung ist von Brun (s. oben *A.* 2 *h*) beobachtet worden, als er beim Erhitzen der Mischung SiO_2 40, CaO 37, Al_2O_3 120 während dreier Stunden bei Weissglut eine harte, Anorthit enthaltende (aller Wahrscheinlichkeit nach nicht vollständig geschmolzene) Masse erhielt, wovon ein Drittel aus Korundkryställchen bestand. Auf Grund dieses Versuchs schliesst Brun merkwürdigerweise, „dass sehr kleine Mengen Kieselsäure in gewissen Fällen die Rolle eines Mineralisators der Thonerde spielen können".[2]) Dass eine solche Folgerung vom chemischen Gesichtspunkte aus sich als vollständig aus der Luft gegriffen er-

[1]) Fouqué et M.-Lévy, l. c. pag. 156.

[2]) St. Meunier, Methode de synthèse, pag. 139.

Digitized by Google

weise, wird aus dem Weiteren zu ersehen sein. Daher kann man aus den Versuchen von Hautefeuille und Perrey, wie auch aus denjenigen von Brun nur das Eine schliessen, dass sich Korund unzweifelhaft aus thonerdereichen Natron- und Kalksilicatschmelzen ausscheidet.

Was nun den Spinell anbetrifft, so sind wir im Besitz bestimmterer Hinweise auf die Bedingungen seiner Ausscheidung aus Silicatschmelzen durch die Arbeit Vogt's, der viele spinellhaltige Kalk-Magnesiaschlacken untersucht hat. Nach Vogt's Meinung scheidet sich aus letzteren desto mehr Spinell aus, je niedriger der Kieselsäuregehalt und je höher die Menge der Thonerde und Magnesia ist. Leider besitzen die von Vogt untersuchten Schlacken eine so specielle, eigenartige chemische Zusammensetzung, dass die darauf basirten Folgerungen kaum verallgemeinert und auf natürliche Magmen bezogen werden können. In der That bestehen diese spinellhaltigen Schlacken aus SiO_2 25—29 Procent, Al_2O_3 20—25 Procent, CaO 30—40 Procent, MgO 11—14 Procent und sind völlig alkalifrei.[1]) Die Krystallisationsbedingungen des Spinells in alkalischen oder gemischten Magmen (z. B. *Ca-Na*-Magmen) müssen unzweifelhaft andere sein. In Schlacken von der angeführten Zusammensetzung ist die chemische Wirkung der Masse von CaO auf die Ausscheidung des Spinells von grosser Wichtigkeit, da CaO ins Spinell-Molecül sogar in der Menge von 15 Procent eintritt; daher ist der saure Charakter der Thonerde scharf ausgedrückt, umsomehr, da Kieselsäure in den Schmelzen im Vergleich mit natürlichen Magmen nur in unbeträchtlichen Mengen enthalten ist. Daher kann sie nicht die Gesammtmenge der Basen binden und letztere scheiden sich in Gestalt von Aluminaten aus. Unbedeutende Schwankungen im Kieselsäuregehalt der Schlacken können nicht von wesentlichem Einfluss auf die Spinellausscheidung sein. Aus den analytischen Angaben Vogt's (l. c. pag. 192) geht sogar hervor, dass die an Spinell reichste Schlacke (17·7 Procent) gerade Nr. 207 ist, die die höchste Menge Kieselsäure enthält (28·7 Procent), die an Basen reichste (24·9 Procent SiO_2, Nr. 206) enthält 17·4 Procent Spinell, wobei in der ersteren 25·6 Procent Al_2O_3, in der letzteren 23·5 Procent gefunden wurden. Offenbar hängt hier die Menge des gebildeten Spinells eher von der Menge der Thonerde und von seinem Verhältnis zu den Basen, als von der „Basicität" der Schmelze ab. Aus seinen

[1]) Vergl. Analysentafel von Vogt, pag. 192 (l. c.).

Digitized by Google

Beobachtungen über die Bildungsbedingungen des Spinells schliesst Vogt, dass sich aus sauren Schmelzen keine Thonerde in freiem Zustande ausscheiden (l. c. pag. 217) und ferner, dass sich Korund im allgemeinen in gewöhnlichen, aus SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, FeO, CaO, MgO, ZnO, Na_2O u. s. w. bestehenden Magmen nicht bilden könne — eine Annahme, die nach Hautefeuille's, Perrey's und Brun's Versuchen von selbst fallen muss. Die Bedenken von Vogt, weshalb sich aus den an Basen und zugleich an Thonerde reichsten Schlacken und Schmelzen (wie z. B. Nr. 199 aus der Serie von Ackermann: SiO_2 27·5 Procent, Al_2O_3 47·1 Procent, CaO 23·8 Procent u. s. w.) kein Korund ausgeschieden hat, soll auf den folgenden Seiten ganz einfach klargelegt werden. Aus den Versuchen von Fouqué und Michel-Lévy ersehen wir, dass sich Spinell (Picotit) in alkalihaltigen Magmen bilden kann, weshalb auch die Anwesenheit dieses Minerals in Eruptivgesteinen (z. B. in Andesiten) leicht begreiflich ist. Schliesslich kann sich auch Sillimanit in gewissen alkalischen Magmen bilden, wie dies aus den Versuchen von Wernadskij (l. c. pag. 83), der beim Schmelzen des Kaliglimmers Sillimanit nebst Korund erhielt, folgt.

Cordierit ist bis heute durch Krystallisation aus dem Magma (das heisst aus einer gemischten Lösung) noch nicht erhalten worden, und daher sind wir nicht im Stande, über seine Bildungsbedingungen mit Bestimmtheit zu urtheilen.

Auf Grund der angeführten Literaturangaben können wir schliessen, dass Korund, Spinell und Sillimanit fähig sind, bei gewissen (das heisst quantitativ nicht näher bestimmten) Bedingungen aus kieselsauren, thonerdereichen und alkali- und erdalkalihaltigen Schmelzen zu krystallisiren.

Thatsächlich konnte ich mich bei zahlreichen Versuchen, von denen die ersten schon Ende 1891[1]) angestellt wurden, überzeugen, dass zwischen den genannten Mineralien ein enger genetischer Zusammenhang existirt und dass auf Grund dieser Versuche die Bedingungen ihrer Ausscheidung aus dem Magma einigermassen erklärt werden können.

Indem ich an die Zusammenstellung der Resultate der hieher gehörenden Experimente herantrete, muss ich bemerken, dass ein kleiner Theil davon schon als vorläufige Mittheilung veröffentlicht

[1]) Was Korund anbetrifft, selbständig und von Hautefeuille's und Perrey's, auch Brun's Versuchen ganz unabhängig, von denen ich bedeutend später erfahren habe.

Digitized by Google

wurde.[1]) Das eingehende Studium einer grösseren Menge von korund- und spinellhaltigen Schmelzen, ebenso wie die ergänzenden Versuche, die mit der Absicht, manche während desselben entstandene Fragen aufzuklären, angestellt wurden, erweiterten in bedeutendem Masse meine Ansichten über die Entstehungsbedingungen für Korund und Spinell in Silicatmagmen, und sollen sie daher hier in einer allgemeineren Form geschildert werden, als dieses in der erwähnten Mittheilung geschehen ist.

2. Untersuchung der korund- und spinellhaltigen Schmelzen.

Die Schmelzen, mit denen wir uns zuerst beschäftigen wollen, sind bei Versuchen erhalten worden, die eigentlich nicht zwecks Korund- oder Spinelldarstellung, sondern zwecks Darstellung gewisser Typen von Eruptivgesteinen ausgeführt wurden. Daher muss die Bildung des Spinells und Korunds im vorliegenden Fall als „zufällig" betrachtet werden. Da aber das Studium dieser Schmelzen mich zu Resultaten geführt hat, die nachträglich durch specielle Versuche bestätigt wurden, halte ich für zweckmässig, sie früher zu beschreiben, bevor ich zu den erwähnten Experimenten übergehe. Die zufällige Bildung des Korunds und Spinells in diesen Schmelzen ist durch die Aenderung der ursprünglichen Zusammensetzung der Mischung durch zweierlei Ursachen zu erklären: durch die Wirkung der schmelzenden Mischung auf die Wandungen des Kaolintiegels und in einigen Fällen durch das fehlerhafte Abwägen (Uebergewicht) der zur Mischung verwendeten Thonerde. In beiden Fällen erhöhte sich stark die Menge der Thonerde und verursachte unmittelbar die Ausscheidung des Korunds und Spinells.

Isoliren des Korunds und Spinells aus den Schmelzen. Um die Bedingungen der Ausscheidung von Mineralien aus Magmen vom chemischen Gesichtspunkte aus beurtheilen zu können, muss folgendes bekannt sein: 1. die allgemeine Magmazusammensetzung, 2. die Zusammensetzung des ausgeschiedenen Minerals und 3. die Magmazusammensetzung nach der erfolgten Ausscheidung dieses letzteren. Daher beschränkt sich die Aufgabe wesentlich auf das Isoliren des ausgeschiedenen Minerals aus der Schmelze und ferner auf seine

[1]) J. Morozewicz, Ueber die künstliche Darstellung von Spinell und Korund aus Silicatschmelzen. Zeitschr. f. Kryst., 1895, XXIV, pag. 281.

Digitized by Google

analytische Untersuchung. Leider sind die Trennungsmethoden für Minerale sowohl bei Gesteinen, wie auch besonders bei künstlichen Schmelzen noch nicht so allseitig ausgearbeitet, um alle vorkommenden Krystallisationsproducte unabhängig von ihrer Grösse, von der Aehnlichkeit ihrer chemischen Eigenschaften untereinander und von geringen Schwankungen des specifischen Gewichts u. dergl. isoliren zu können. Doch in manchen Fällen erweisen uns diese Methoden auch in ihrer gegenwärtigen Entwicklung sehr wesentliche Dienste. Zwecks Untersuchung von Gesteinen sind sie in weitestem Masse und mit dem grössten Erfolge von Prof. Lagorio bei seiner Arbeit über die Natur der Glasbasis angewandt worden. Es unterliegt ebenfalls keinem Zweifel, dass die fernere rationelle Entwicklung der Lehre von den Eruptivgesteinen in engem Zusammenhang mit der Vervollkommnung der physikalischen und chemischen Isolirungsmethoden und mit ihrer Anwendung auf petrographische Untersuchungen steht.

Was nun speciell Korund und Spinell anbetrifft, so empfiehlt sich bekanntlich ihr Isoliren aus Gesteinen auf chemischem Wege, auf Grund der Widerstandsfähigkeit dieser Minerale gegen Säuren und gegen geschmolzene kohlensaure Alkalien auszuführen. In allen Lehrbüchern der Mineralogie und Petrographie wird die Behauptung: „in Säuren und geschmolzenen kohlensauren Alkalien unlöslich", „Säuren sind ohne Wirkung" u. dergl. stets wiederholt.[1]) Doch lässt es sich schon a priori voraussetzen, dass all diese Angaben nicht völlig der Wirklichkeit entsprechen und dass sie nur auf die quantitative Seite der Erscheinung hindeuten. Thatsächlich müsste sich der Spinell von der Zusammensetzung $MgAl_2O_4$ gegen Säuren und überhaupt gegen chemische Reagentien anders verhalten als Spinell, der als isomorphe Beimengung: $MgFe_2O_4$, $FeAl_2O_4$, $FeFe_2O_4$ u. dergl. enthält. So muss man annehmen, dass, je mehr im Spinellmolecül $FeFe_2O_4$ enthalten ist, er desto leichter in Säuren löslich sei. Im capitalen Werke von Prof. Zirkel[2]) finden wir in der That Andeutungen, dass

[1]) Vergl. Rammelsberg, l. c. pag. 134: „Von Säuren wird er (das heisst Spinell) nicht angegriffen;" Naumann-Zirkel, Elem. d. Mineralogie, Leipzig 1881, pag. 364: „Säuren sind ohne Wirkung"; Rosenbusch, Hilfstabellen zur mikroskopischen Mineralbestimmung, Stuttgart 1888, Tabelle I: „Spinnelide, unlöslich in Säuren; nicht durch Na_2CO_3 aufschliessbar"; Michel-Lévy et Lacroix, Tableaux d. minéraux de roches, Paris 1889: „Spinelle inattaquable par les acides et par fusion au carbonate de soude" u. s. w.

[2]) F. Zirkel, Lehrbuch der Petrographie, Leipzig 1893, Bd. I, pag. 427.

Digitized by Google

pulverisirter Pleonast [$(Mg, Fe)\ (Al_2, Fe_2)\ O_4$] durch Flussäure zersetzt wird, und desto schneller, je feinkörniger seine Theilchen, Korund aber während derselben Wirkungsdauer unangegriffen bleibt. Da ich die Wirkung der Fluss- und Schwefelsäure und diejenige der geschmolzenen kohlensauren Alkalien auf Spinell und Korund unter den Bedingungen während der gewöhnlichen chemischen Analyse[1]) näher kennen lernen wollte, so habe ich folgende Versuche angestellt.

1. Nach halbstündigem Schmelzen von 0·383 Gramm gepulvertem Pleonast von Monroe (von dem ein Stück von einem grösseren schwarzen Oktaëder abgeschlagen wurde) mit $KNaCO_3$ auf dem Gebläse wurde eine Schmelze erhalten, die sich ohne Rückstand in Salzsäure auflöste, das heisst es trat hier eine vollständige Zersetzung des Spinells ein.

2. Etwa 1 Gramm desselben Spinells wurde während mehrerer Tage (3—4) mit Flussäure auf dem Wasserbade behandelt und dreimal mit Schwefelsäure zum Trocknen eingedampft, danach sich der trockene Rückstand vollständig in Salzsäure auflöste.

3. 0·615 Gramm Korund, der aus „Barsowit" isolirt und im Abich'schen Mörser zerkleinert war, erhitzte ich auf dem Wasserbade 24 Stunden lang mit Schwefelsäure, die darauf verdampft wurde, und behandelte den Rückstand mit Salzsäure. Die Menge des ungelöst gebliebenen ziemlich grobkörnigen Pulvers war gleich 0·550 Gramm; es waren also fast 10·5 Procent Korund in Lösung übergegangen.

Aus den angeführten Angaben geht hervor, dass die „Unlöslichkeit" des Spinells und Korunds in Säuren ein relativer Begriff ist, und dass man von ihr nur im Vergleich mit anderen Mineralien, wie z. B. mit Silicaten, die sich in Säuren leicht zersetzen, reden kann. Fluss- und Schwefelsäure greifen das feine Spinell- und Korundpulver sogar in kurzer Frist merklich an und geschmolzene Alkalicarbonate zersetzen verhältnismässig leicht Spinell, wobei sie auch nicht ohne Wirkung auf die sehr dünnen Blättchen des künstlich erhaltenen Korunds bleiben. Was Salzsäure anbetrifft, so reagirt sie auf Korund und eisenarmen Spinell gar nicht, obwohl sie aus eisenreichem Spinell Eisen zum Theil extrahirt, wie dies an künstlichen Hercyniten zu beobachten war.

Es geht also beim Isoliren des Spinells und Korunds aus Silicatmischungen mittels Fluss- und Schwefelsäure immer ein gewisser

[1]) Bekanntlich löst sich Korund in Schwefelsäure unter Druck (im zugeschmolzenen Rohr) und bei höherer Temperatur (Rammelsberg, l. c. pag. 146).

Digitized by Google

Theil dieser Minerale in Lösung über, besonders bei künstlichen Producten, in welchen sie gewöhnlich ein feines krystallinisches Pulver bilden. Eine genaue quantitative Bestimmung des Korunds und vor allem des Spinells in kieselsauren Schmelzen kann nur dann stattfinden, wenn diese Schmelzen in Salzsäure löslich sind, wie in fast allen unten angeführten Fällen. Korund ist bedeutend widerstandfähiger als Spinell: sind in der Schmelze beide Minerale enthalten, dann zersetzt sich Spinell beim Isoliren mittels *HFl* und H_2SO_4 nach 2—4 Tagen, und es bleibt nur Korund in grösseren Kryställchen, die nicht einmal nach wiederholtem Eindampfen mit Schwefelsäure verschwinden. Wird das Isoliren (*HFl* und H_2SO_4) rasch und mit kleinen Mengen von Säuren ausgeführt, so lässt sich fast die ganze Korundmenge trennen, aber ein Theil des Spinells geht doch in Lösung über. Ebenso verhält es sich, wenn man das aus der Schmelze ausgeschiedene Gemenge von Korund und Spinell mit geschmolzenen Alkalicarbonaten behandelt; dann zersetzt sich gewöhnlich nach zweimaliger Operation Spinell — und Korund bleibt grösstentheils intact. Auf diesem Wege gelang es auch, beide Minerale voneinander zu trennen, besonders dann, wenn sich Spinell leicht zersetzte (bei bedeutendem Eisengehalt). Um den Unterschied im Verhalten des Spinells und Korunds gegen *HFl* und H_2SO_4 noch mehr zu veranschaulichen, führe ich mehrere Fälle an, wo das Isoliren sowohl *a)* mittels Salzsäure, wie auch *b)* mittels Fluss- und Schwefelsäure ausgeführt wurde:

I. Schmelze; das Isoliren nach der Methode *a)* ergab 25·8 Procent Spinell, nach der Methode *b)* 11·2 Procent und 12·3 Procent, d. h. beinahe die Hälfte der Spinellmenge ist in Lösung übergegangen.

II. Schmelze; das Isoliren *a)* ergab 35 Procent Spinell und 1·4 Procent Korund, *b)* 21·9 Procent Spinell und 1·4 Procent Korund.

III. Schmelze; das Isoliren ergab bei *a)* 11·4 Procent Korund, bei *b)* 9·2 Procent und 10·9 Procent Korund.

IV. Schmelze; das Isoliren ergab bei *a)* 16·6 Procent Korund, bei *b)* 14·5 Procent Korund u. s. w.

Im allgemeinen lässt sich bemerken, dass je grösser und dicker die Korundkryställchen sind, desto schwächer die Wirkung der Säuren (*HFl* und H_2SO_4) ist; dagegen werden sehr dünne Blättchen langsam angegriffen, wobei charakteristische Aetzfiguren entstehen (s. u.). Bezüglich Spinell kann man zum Obengesagten noch hinzufügen, dass der Grad seiner Zersetzbarkeit durch *HFl* und H_2SO_4 wesentlich

Digitized by Google

von seiner chemischen Zusammensetzung und Krystallform abhängt; gelber oder farbloser Spinell wird schwerer als schwarzer, das heisst eisenreicher angegriffen; letzterer geht desto leichter in Lösung über, je grösser der FeO- und Fe_2O_3-Gehalt ist; das aus Octaëdern bestehende Pulver ist, caeteris paribus, schwerer löslich als ein Gemenge von Körnchen, unregelmässigen Splitterchen u. dergl.

Die Trennung des Korunds und Spinells mittels Salzsäure ergibt überall, wo sie nur möglich ist, ganz genaue Resultate. In den unten zusammengestellten Schmelzen ist die quantitative Bestimmung so ausgeführt worden, dass die fein gepulverte Schmelze mit starker Salzsäure während mehreren Stunden behandelt, die Lösung bei 100—110° zum Trocknen eingedampft und Kieselsäure, Korund und Spinell abfiltrirt wurde; durch Auskochen des getrockneten Rückstands mit starker Aetznatronlösung wurde Kieselsäure gelöst und Korund und Spinell abfiltrirt, ausgewaschen und gewogen, wobei die erhaltenen Pulver immer auf ihre Reinheit unter dem Mikroskop geprüft wurden.

Die Trennung des Spinells vom Korund wurde entweder durch andauerndes Digeriren des Gemenges mit Flussäure oder durch wiederholtes Schmelzen mit kohlensauren Alkalien ausgeführt. In beiden Fällen geht aber ein nicht unbedeutender Theil der sehr winzigen Korundkörnchen in Lösung über.

Tabelle I.

Zusammensetzung der Schmelzen mit Korund (1—3), mit Korund und Spinell (4—6) und mit Spinell allein (7—8).

	1	2*)	3*)	4	5	6	7*)	8*)
Korund	30·00	16·61	11·44	21·15	1·50	1·40	—	—
Spinell	—	—	—	5·65	26·40	35·00	25·80	6·78
SiO_2	26·95	37·24	39·40	32·40	25·95	25·20	37·79	45·14
Al_2O_3	24·90	27·13	29·26	23·67	23·84	22·28	19·21	24·44
$Fe_2O_3 + FeO$.	3·00	2·91	2·20	2·93	3·86	1·32	1·61	2·88
MnO	—	Spuren	Spuren	—	0·30	—	Spuren	Spuren
CaO	4·27	4·10	5·60	7·10	12·40	9·70	5·62	6·63
MgO	0·36	0·54	0·83	0·40	0·58	0·15	2·72	6·01
K_2O	2·59	5·04	3·94	1·80	0·96	0·85	1·83	2·22
Na_2O	7·20	6·93	7·60	4·70	3·80	3·64	5·12	5·77
	99·27	100·50	99·32	99·80	99·59	99·54	99·70	99·97

*) Die Analysen der mit *) bezeichneten Schmelzen sind bereits in der Zeitschr. f. Kr., 1895, XXIV, pag. 282—284 veröffentlicht worden; die dort angeführten Korund-

Digitized by Google

Alle diese Schmelzen, Nr. 8 ausgenommen, zersetzen sich leicht mit Chlorwasserstoffsäure, wobei sich Kieselsäure als durchsichtige Gallerte ausscheidet. Letzterer Umstand hängt hauptsächlich von der chemischen Natur der die Schmelze nebst Korund und Spinell bildenden Minerale ab. Wie die mikroskopische Untersuchung[1]) ergab, sind die Schmelzen nicht in gleichem Grade auskrystallisirt: in manchen sieht man ausser Korund und Spinell keine anderen Krystallisationsproducte, dagegen in anderen besitzt die ganze Masse eine phanerokrystallinische Structur u. s. w.

1. Die Schmelze besteht aus Korund, Olivin und Glas und enthält keine Spuren von Spinell. Korund tritt als der Hauptbestandtheil auf; er bildet regelmässig ausgebildete Kryställchen und grosse unregelmässige Blättchen. Krystallisationsdauer: 4 Tage an der Stelle II und 10 Tage an der Stelle III.

2. Ausser Korund sind in der Schmelze einzelne spärlich vorkommende, winzige Spinelloktaëder und ziemlich viel Magnetit zu bemerken; von Silicaten Olivin, Nephelin und Anorthit, auch etwas Glas. Die Schmelze krystallisirte 16 Tage an der II. Stelle und 3 Tage an der III.

3. Auch diese Schmelze enthält gleichfalls sehr kleine und in geringer Anzahl vorkommende Spinellkryställchen. Ihre Hauptmasse bilden Korund, Anorthit, Nephelin, Olivin, besonders aber Glas, welches hier reichlicher als in der vorigen vorhanden ist. 13 Tage an der II. und 3 an der III. Stelle.

4. Diese Schmelze zeichnet sich durch die Grösse der ausgeschiedenen Krystalle aus. Dunkelgrüner und schwarzer Spinell tritt bedeutend reichlicher als Korund und Magnetit auf. Von Silicaten spielen die Hauptrolle Feldspathe (Labrador und Anorthit), Olivin und Nephelin, etwas intersertales Glas. 4 Tage an der II. und 10 an der III. Stelle.

5. Diese vorzüglich auskrystallisirte Schmelze besteht aus dunkelgrünem Spinell, Feldspath (vorzugsweise Anorthit), Olivin, Melilith, winzigen Augit-, Hypersthen- u. a. Mikrolithen. Korund

---

und Spinellmengen sind geringer als in Wirklichkeit, weil das Isoliren damals mit *HFl* und H_2SO_4 ausgeführt wurde.

[1]) Im mineralogischen Theil dieser Arbeit sollen nur allgemeine Resultate der mikroskopischen Analyse der Schmelzen, die den Gegenstand des zweiten, petrographischen Theils bilden, angeführt werden.

Digitized by Google

kommt spärlich vor; kleine Glaspartien nur in den peripherischen Theilen der Schmelze. 10 Tage an der II. und 4 an der III. Stelle.

6. Die Schmelze ist noch vollkommener als die vorige auskrystallisirt, — in der Mitte keine Glasspuren. Hauptbestandtheile: Spinell, Anorthit, Labrador, Olivin, accessorisch: Magnetit, Korund, Augit. 5 Tage an der II. und 11 an der III. Stelle.

7. Die Schmelze führt nur gelblichen Spinell und von Silicaten Feldspathe (Labrador und Anorthit) in grosser Menge, Olivin- und Augit-Mikrolithe und ein wenig Glas. 5 Tage an der II. und 11 an der III. Stelle. Diese Schmelze zersetzt sich schwer in *HCl*.

8. Ausser Spinell in schön ausgebildeten Oktaëdern enthält die Schmelze keine anderen Ausscheidungen. Durch Salzsäure wird sie nicht angegriffen und das Isoliren des Spinells wurde mittels Fluss- und Schwefelsäure bewerkstelligt. Da der Spinell ziemlich grosse Kryställchen bildet und nicht besonders reich an Eisen ist (Fe_2O_3 — 12 Procent), konnte nur ein unbeträchtlicher Theil davon in Lösung übergehen. Indem ich kleine Mengen Säuren verwendete und das Isoliren möglichst rasch ausführte, erhielt ich zwei übereinstimmende Resultate: 1. 6·8 Procent Spinell, 2. 6·9 Procent Spinell. Die Schmelze befand sich im Feuer 4 Tage lang an der I. und 3 an der II. Stelle.

Folglich bestehen unsere Schmelzen ausser Spinell und Korund aus Mineralien, die in den meisten Fällen durch Salzsäure zersetzt werden und mit ihr Kieselgallerte liefern, wie z. B. Anorthit, Nephelin, Olivin. Was den in *HCl* unlöslichen Augit anbetrifft, so wird er in Schmelzen nur in Gestalt von winzigen Mikrolithen beobachtet und kommt so spärlich vor (Schmelzen 5, 6, 7), dass seine Menge bei der Bestimmung des Korunds und Spinells keineswegs von Einfluss sein konnte.

3. Chemische Zusammensetzung des aus den Schmelzen ausgeschiedenen Korunds und der Spinelle.

Das Material für die chemische Analyse des Spinells und Korunds wurde mittels verdünnter Flussäure isolirt. Die Zersetzung des Pulvers, dessen Reinheit ich jedesmal unter dem Mikroskop prüfte, wurde mittels geschmolzenen sauren schwefelsauren Kalis bewerkstelligt. Da sich Spinell in *HFl* und H_2SO_4 sehr langsam (s. o.) zersetzt, konnte die Bestimmung des Eisenoxyduls nicht unmittelbar, sondern nur

Digitized by Google

durch Rechnung, wie dieses von Rammelsberg[1]) vorgeschlagen, erfolgen.

Das Korundpulver, dessen Zersetzung in Säuren und geschmolzenen kohlensauren Alkalien nicht einmal nach mehreren Tagen zu Ende geführt werden kann, löst sich leicht in geschmolzenem $KHSO_4$. Aus der in Wasser gelösten Schmelze schlägt Ammoniak Thonerde immer in einer Menge nieder, die der für die Analyse abgewogenen Substanz fast genau entspricht; so z. B. ergab die erste Wägung 99·5 Procent Al_2O_3, die zweite 99·8 Procent u. dergl.

Tabelle II.

Zusammensetzung der isolirten Spinelle.

	9	9a	10	10a	11	11a	12	12a	13	13a
Al_2O_3[2]) . . .	62·00	61·1	65·83	64·8	67·03	67·4	62·61	62·9	(60·88)	60·8
Fe_2O_3	12·00	12·0	8·16	7·8	—	—	—	4·1	—	—
FeO	—	—	—	—	18·39	18·3	20·02	16·6	34·62	34·4
MnO	—	—	—	—	—	—	1·22	—	—	—
MgO	26·56	26·9	26·89	27·4	14·63	14·3	16·23	16·4	4·50	4·8
	100·56	100·0	100·88	100·0	100·05	100·0	100·08	100·0	100·00	100·0

9. Analyse des dunkelgrünen Pulvers, welches ausschliesslich aus schwer in HFl und H_2SO_4 löslichen und aus der Schmelze 8 ausgeschiedenen Oktaëdern bestand. Die Zusammensetzung dieses Spinells lässt sich durch die folgende Formel ausdrücken.

$$\left\{\begin{matrix} 8\ MgAl_2O_4 \\ MgFe_2O_4 \end{matrix}\right\}^{3}) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9a)$$

10. Aus der Schmelze 7 ausgeschiedenes gelbliches Pulver. Seine Zusammensetzung ist:

$$\left\{\begin{matrix} 13\ MgAl_2O_4 \\ MgFe_2O_4 \end{matrix}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10a)$$

[1]) Rammelsberg, l. c. pag. 135.

[2]) Die Trennung von Al_2O_3 vom Fe_2O_3 wurde immer, um an Material zu sparen, in einer Portion ausgeführt, das heisst es wurde der ausgeglühte und abgewogene Niederschlag $Fe_2O_3 + Al_2O_3$ in geschmolzenem $HKSO_4$ gelöst, in die wässerige Lösung der Schmelze ein Stück $NaOH$ hineingebracht, die Lösung mit heissem Wasser verdünnt und filtrirt; darauf der Niederschlag $Fe_2(HO)_6$ in einigen Tropfen HCl gelöst und wieder mit überschüssigem Ammoniak niedergeschlagen; zuletzt sorgfältig ausgewaschen und gewogen.

[3]) Bei der Berechnung wurden die Atomgewichte der Elemente gleich folgenden Grössen angenommen: $Si = 28$, $Al = 27$, $Fe = 56$, $Ca = 40$, $Mg = 24$, $K = 39$, $Na = 23$, $O = 16$. (Landolt-Börnstein, Phys.-chem. Tab., Berlin 1894, pag. 1.)

Digitized by Google

Beide Spinelle enthalten nur Eisenoxyd und gehören folglich zum Chlorospinell von G. Rose.[1])

11. Aus unregelmässigen oder abgerundeten Körnchen bestehendes und mit Korund zusammen aus der Schmelze 6 ausgeschiedenes schwarzes Spinellpulver. Die Trennung von Korund ist mittels wiederholten Schmelzens mit $NaKCO_3$ ausgeführt worden. Seine Zusammensetzung wird durch folgende Formel ausgedrückt:

$$\left\{\begin{matrix} 7\ MgAl_2O_4 \\ 2\ FeAl_2O_4 \end{matrix}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (11\,a)$$

12. Aus der Schmelze 5 nebst Korund ausgeschiedener schwarzer Spinell. Ersterer ist von Spinell mittels Flussäure getrennt worden, die den Spinell nach 3 Tagen vollständig zersetzte. Die Berechnung der Formel des Spinells 12 ergab, dass Eisen im Spinell theils als Oxyd, theils aber als Oxydul, welchem noch Manganoxydul beigefügt war, enthalten ist. Diese Formel kann so ausgedrückt werden:

$$\left\{\begin{matrix} 4\ MgAl_2O_4 \\ 2\ (Fe,Mn)Al_2O_4 \\ 1/_4\ FeFe_2O_4 \end{matrix}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad (12\,a)$$

13. Analyse des aus der Schmelze 4 mit Korund ausgeschiedenen schwarzen Spinells. Bei der Trennung beider Minerale in HFl und H_2SO_4 ist ein Theil des Korunds in Lösung übergegangen, daher konnte Thonerde nur nach den Mengen MgO und FeO berechnet werden. Dieser Spinell löst sich verhältnismässig leicht in den genannten Säuren, zum Theil auch in Salzsäure wegen seines grossen Eisengehalts. Die seine Zusammensetzung betreffende Formel ist:

$$\left\{\begin{matrix} MgAl_2O_4 \\ 4\ FeAl_2O_4 \end{matrix}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (13\,a)$$

Die Eisenoxydul (11a) oder zugleich Oxydul nebst Oxyd (12a) enthaltenden Spinelle entsprechen vollständig dem sogenannten Ceylanit oder Pleonast, die in der Natur vorkommen. Der Spinell 13a, welcher circa 34·5 Procent Eisenoxydul enthält, kann aber zu dem Hercynit gezählt werden.

Da uns die Spinellzusammensetzung bereits bekannt ist, können wir nun die allgemeine Zusammensetzung der kieselsauren Schmelzen oder Lösungen, aus denen sich Korund und Spinell ausgeschieden

[1]) Vergl. Rammelsberg, l. c. pag. 138.

Digitized by Google

haben, leicht eruiren. Nach der Umrechnung der Gesammtmenge von Spinell und Korund in den 8 obigen Schmelzen (Tabelle I) in ihre Bestandtheile und nach Addition dieser mit den Bestandtheilen der Schmelzen erhalten wir in runden Zahlen Folgendes:

Tabelle III.

Allgemeine Zusammensetzung der Magmen, aus welchen sich Korund und Spinell ausgeschieden haben.

	1*a*	2*a*	3*a*	4*a*	5*a*	6*a*	7*a*	8*a*
SiO_2	27·0	37·2	39·4	32·4	26·0	25·2	37·8	45·1
Al_2O_3	54·9	43·7	40·7	48·3	41·8	47·3	35·9	28·6
$Fe_2O_3 + FeO$ . .	3·0	2·9	2·2	4·9	9·2	7·7	3·6	3·7
MnO	—	Spuren	Spuren	—	0·6	—	Spuren	Spuren
CaO	4·3	4·1	5·6	7·1	12·4	9·7	5·6	6·6
MgO	0·4	0·5	0·8	0·7	4·9	5·2	9·8	7·8
K_2O	2·6	5·0	3·9	1·8	1·0	0·9	1·8	2·2
Na_2O	7·2	6·9	7·6	4·7	3·8	3·6	5·1	5·8
	99·4	100·3	99·2	99·9	99·7	99·6	99·6	99·8

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass 1. alle Magmen, die Korund und Spinell ausgeschieden haben, reichliche Mengen Thonerde enthalten; 2. Magmen, aus welchen sich Korund allein oder Korund und geringe Mengen Spinell ausgeschieden haben, arm an Magnesia sind (1*a*—4*a*); 3. Magmen, aus denen sich viel Spinell und wenig Korund oder gar kein Korund ausgeschieden hat, verhältnismässig viel Magnesia und Eisenoxyde enthalten (5*a*—8*a*). Im allgemeinen ist die Menge der frei ausgeschiedenen Thonerde und der Aluminate dem Thonerdegehalt im Magma direct proportional, oder genauer, dem Uebersättigungsgrade des Magmas mit Thonerde. Aus einem Vergleich der Tabellen I und III folgt augenscheinlich, dass sich blos ein gewisser Ueberschuss von Thonerde aus dem Magma als Korund, respective Spinell ausscheidet, der übrige Theil bleibt aber in der Lösung, im Glase, oder er bildet unter Umständen Alumosilicate, die, wie oben gezeigt, manchmal die Hauptmasse der Schmelze bilden (Feldspathe, Nephelin, Melilith u. dergl.). Dass Thonerde die Hauptrolle im Process der Spinellausscheidung aus dem Magma spielt, dafür können die besonders magnesiareichen Schmelzen 7 und 8 als bester Beweis dienen. Die Menge des in ihnen gebildeten Spinells

Digitized by Google

hängt ausschliesslich von jenem Thonerdeüberschuss ab, der sich aus dem Magma in freier Form ausscheiden und mit der Magnesia in statu nascendi ein Aluminat ergeben kann. Je grösser dieser Ueberschuss ist, desto reichlicher bildet sich daneben caeteris paribus Spinell. Sobald dieser Ueberschuss aus der Lösung ausgeschieden ist, so kann eine sogar bedeutende, in ihr noch zurückgebliebene Magnesiamenge, wie z. B. in der Schmelze 8, keine weitere Spinellbildung veranlassen. Andererseits wird aber auch bei sehr hoher Uebersättigung des Magmas mit Thonerde immer eine gewisse, wenn auch geringe Menge Magnesia der Lösung zurückgehalten. So haben sich im Magma 1*a*, mit einem Gehalt von 0·4 Procent *MgO* und 54·9 Procent Al_2O_3 nicht einmal Spuren von Spinell ausgeschieden, im Magma 2*a* mit 0·5 Procent *MgO* und 43·7 Procent Al_2O_3 bildeten sich nur einzelne spärliche Spinellkryställchen, im Magma 3*a* (0·8 Procent *MgO* und 40·7 Procent Al_2O_3) kommen sie etwas häufiger vor; wenn im Magma 4*a* sich 5·6 Procent Spinell, bei einem Gehalt von 0·7 Procent *MgO*, ausgeschieden haben, so wird dieses durch die gleichzeitige Gegenwart grosser Mengen Eisenoxyde (4·9 Procent), wovon 2 Procent *FeO* in den Spinell übergegangen sind, erklärt. Eisenoxydul fällt im allgemeinen leicht aus dem Magma in Aluminatform aus; so sind im Magma 3*a* von der ganzen Menge $FeO + Fe_2O_3 = 4·9$ Procent 2 Procent *FeO* zur Spinellbildung benutzt worden, im Magma 5*a* fielen von 9·2 Procent $FeO + Fe_2O_3$ in Form von Aluminat circa 5·0 Procent *FeO* aus; im Magma 6*a* sind von 7·7 Procent $FeO + Fe_2O_3$ —6·4 Procent *FeO* in Spinellgehalt gebunden. Dagegen tritt in magnesiareichen und keinen grossen Thonerdeüberschuss enthaltenden Magmen ins Spinellmolekül nicht das Eisenoxydul, sondern das Oxyd ein, und zwar in desto grösserer Menge, je kleiner der Thonerdeüberschuss ist. So traten im Magma 7*a* mit 35·9 Procent Al_2O_3 und 3·6 Procent Fe_2O_3 in die Spinellzusammensetzung 8 Procent Fe_2O_3 ein (s. Anal. 10), dagegen sind im Magma 8*a*, mit 28·6 Procent Al_2O_2 und 3·7 Fe_2O_3, im Spinell 12 Procent von letzterem vorhanden (s. Anal. 9). Aber in allen diesen Fällen gibt ein gewisser Thonerdeüberschuss gewissermassen den Anstoss für die Spinellbildung im Magma. Die Menge des aus dem Magma ausgeschiedenen Korunds hängt völlig von diesem Ueberschuss ab, die Menge des Spinells wird aber ausserdem noch durch den Gehalt an *MgO*, *FeO*, Fe_2O_3 im Magma regulirt, wobei die Spinellbildung, soweit es sich nach dem Obigen (Tabelle I) beurtheilen

Digitized by Google

lässt, erst dann beginnt, wenn der Magnesiagehalt im Magma über etwa 0·5 Procent steigt.

Vom chemischen Gesichtspunkte aus lässt sich das Obengesagte leicht erklären. Die an Alkalien und Erdalkalien ziemlich reichen Magmen 1—8 sind offenbar fähig, bedeutende Mengen Thonerde zu lösen und sich mit ihr zu übersättigen. Bei einer Temperaturerniedrigung fällt der die Uebersättigung bildende Thonerdeüberschuss aus und krystallisirt in Korundform, falls das Magma keine grossen Mengen MgO und FeO enthält, sind aber die beiden letzteren vorhanden, so bildet sich wegen der starken chemischen Affinität zwischen Thonerde und Magnesia und zufolge der chemischen Massenwirkung Spinell. Kleine Magnesiamengen (unter 0·5 Procent) werden von Kieselsäure, auch bei überschüssiger Thonerde, in Silicatform (z. B. Olivin) zurückgehalten.

Es entsteht nun die Frage, welches Magma als mit Thonerde gesättigt zu betrachten sei? Wir haben bereits gesehen, dass Magmen ($1a$—$8a$), worin sich bei günstigen Krystallisationsbedingungen ein Theil der Thonerde in Korund- und Spinellform ausgeschieden hat, in thonerdehaltige (Feldspathe, Nephelin, Melilith u. a.) und thonerdefreie (Olivin, zum Theil Augit u. dergl.) Silicate gespalten werden. Der im Magma nach erfolgter Korund- und Spinellausscheidung zurückgebliebene Theil der Thonerde müsste in Gestalt von Alumosilicaten gebunden werden. Daher muss auch die Menge der frei ausgeschiedenen Thonerde wesentlich von der Zusammensetzung der Alumosilicate abhängen, und das aus solchen ausschliesslich oder vorzugsweise bestehende Magma wäre als mit Thonerde gesättigt zu betrachten. Die in Bezug auf den Kieselsäuregehalt recht variable Zusammensetzung der Alumosilicate zeichnet sich durch ein bemerkenswert constantes Verhältnis zwischen Thonerde und den Basen aus. In den meisten Fällen ist dies Verhältnis $= 1$ (Feldspathe, Nephelin, Minerale der Hauyn- und Sodalithgruppe, Glimmer u. dergl.), und nur in seltenen Fällen ist es kleiner als 1 (z. B. im Melilith, Granat), niemals aber grösser. Hieraus folgt, dass die Ausscheidung freier Thonerde aus Alumosilicatmagmen nur dann erfolgen kann, wenn dieses Verhältnis grösser als 1 wird.

Existirt diese Abhängigkeit zwischen der Zusammensetzung der Alumosilicate und der Krystallisation der freien Thonerde (respective der Aluminate) im Magma thatsächlich, dann müssen wir sie auch

Digitized by Google

in unseren Schmelzen wahrnehmen. Die hier ausgeschiedenen Alumosilicate: Labrador, Anorthit, Nephelin, Melilith enthalten als Basen: Kalk, Natron und Kali. Anderseits enthalten thonerdefreie Silicate, wie Olivin und Augit, hauptsächlich die Basen: Magnesia, Eisenoxydul und Kalk. Da solche Mikrolithe, welche dem Augit zuzurechnen wären, in nur sehr geringer Menge in den Schmelzen 5, 6 und 7 gefunden wurden, können wir vermuthen, dass beinahe aller Kalk an Thonerdesilicate gebunden ist. Das in manchen Schmelzen enthaltene Glas muss ebenfalls vorzugsweise aus Alumosilicaten bestehen oder wenigstens müssen die darin vorhandenen Basen: Natron, Kali und Kalk mit Thonerde und Kieselsäure analoge moleculare Verbindungen bilden. Wenn wir daher für die Magmenzusammensetzung nach der Ausscheidung von Spinell und Korund, welche immer die ersten Krystallisationsproducte bilden, das Molekularverhältnis der Thonerde zu den anderen Basen, Magnesia und die Oxyde des Eisens ausgenommen, berechnen, muss dieses Verhältnis eine der Einheit nahekommende Grösse besitzen. Dass dieses thatsächlich der Fall ist, beweist die Tabelle IV.

Tabelle IV.

Magmenzusammensetzung nach der Ausscheidung des Spinells und Korunds.

	1*b*	2*b*	3*b*	4*b*	5*b*	6*b*	7*b*	8*b*
SiO_2	38·9	44·4	44·4	44·4	36·2	40·0	51·1	48·5
Al_2O_3	35·9	32·3	32·9	32·4	33·2	35·3	26·0	26·2
$Fe_2O_3 + FeO$.	4·3	3·5	2·5	4·0	5·5	2·1	2·2	3·1
MnO	—	Spuren	Spuren	—	0·4	—	Spuren	Spuren
CaO	6·3	4·9	6·3	9·7	17·3	15·4	7·6	7·1
MgO	0·5	0·6	0·9	0·6	0·8	0·2	3·7	6·5
K_2O	3·7	6·0	4·4	2·5	1·3	1·3	2·5	2·4
Na_2O	10·4	8·3	8·6	6·4	5·3	5·7	6·9	6·2
	100·0	100·0	100·0	100·0	100·0	100·0	100·0	100·0

$(K_2O + Na_2O + CaO) : Al_2O_3 : SiO_2 =$

$= 0{\cdot}9 : 1 : 1{\cdot}9$ (1*b*); $0{\cdot}9 : 1 : 2{\cdot}3$ (2*b*); $0{\cdot}9 : 1 : 2{\cdot}3$ (3*b*); $0{\cdot}9 : 1 : 2{\cdot}3$ (4*b*);

$= 1{\cdot}2 : 1 : 1{\cdot}9$ (5*b*); $1{\cdot}1 : 1 : 2$ (6*b*); $1{\cdot}1 : 1 : 3{\cdot}4$ (7*b*); $1 : 1 : 3{\cdot}2$ (8*b*).

Der grösseren Uebersichtlichkeit halber habe ich die Magmenzusammensetzung nach der Ausscheidung des Korunds und Spinells

Digitized by Google

auf 100 umgerechnet. Man ersieht, dass es hauptsächlich Kalk-Alkalimengen sind, ausgenommen 7*b* und 8*b*, worin Magnesia in einer Menge von mehr als 1 Procent enthalten ist. In Uebereinstimmung mit dem oben Dargelegten lasse ich, bei der Berechnung des Verhältnisses der Basen zur Thonerde, Magnesia und die Eisenoxyde, die vorzugsweise thonerdefreie Silicate bilden, ausser Betracht. Das gesuchte Verhältnis $(K_2O+Na_2O+CaO):Al_2O_3$ ist in vier Fällen (1*b*—4*b*) um 0·1 kleiner als 1, in drei Fällen (5*b*—7*b*) um 0·1—0·2 grösser und nur im Magma 8*b* gleich 1. Selbstverständlich beanspruchen diese Berechnungen keine besondere Genauigkeit; letztere ist hier unerreichbar, erstens weil uns die chemische Zusammensetzung der thonerdefreien Silicate, die einen Theil des Kalkes binden, nicht bekannt ist, zweitens weil in manchen Schmelzen Glas von unbekannter Zusammensetzung vorkommt, das vielleicht die Fähigkeit besitzt, einen kleinen Thonerdeüberschuss zu lösen, ohne ihn beim Erkalten auszuscheiden[1]) u. s. w. Für unseren Zweck ist jedoch die Genauigkeit der angeführten Zahlen vollständig genügend und überzeugend: die erhaltenen Verhältnisse beweisen, dass die Krystallisation des Spinells und Korunds im vorliegenden Falle in Thonerdesilicatmagmen vor sich gegangen ist, in denen nach der erfolgten Ausscheidung das Verhältnis $(K_2O+Na_2O+CaO):Al_2O_3$ der Einheit nahe bleibt.

Ausser diesem interessanten Resultat gestatten uns noch die in der Tabelle IV angegebenen Molecularverhältnisse zu beurtheilen, ob die Ausscheidung des Spinells und Korunds mit der „Basicität" der Schmelze, das heisst mit der Menge der Kieselsäure in Beziehung stehe. Wir haben oben gesehen, dass von manchen Forschern angenommen wird, es wären nur sehr basische Magmen fähig, den Korund auszuscheiden, und es bilde sich Spinell in der Schmelze desto reichlicher, je höher ihre „Basicität" sei (Vogt, l. c.), dass ferner Thonerde nur bei Gegenwart sehr geringer Mengen Kieselsäure, die für sie als Mineralisator diene (Brun, l. c.), zu krytsallisiren fähig wäre. Alle diese wissenschaftlichen Vorurtheile fallen angesichts der Zahlenangaben der Tabelle IV. Erstens enthalten Magmen, aus welchen sich Spinell und Korund ausgeschieden haben, Kieselsäure in variablem Verhältnisse von 1·9—3·4 SiO_2 auf 1 Molecül Thonerde und Basen; daher kann auch ihre (das heisst Kieselsäure)

[1]) Vergl. Hautefeuille et Perrey, l. c.

Digitized by Google

Menge keinen unmittelbaren Einfluss auf die Ausscheidung freier Thonerde und der Aluminate ausüben. Ferner schieden sich aus den Magmen 2*b*, 3*b* und 4*b*, die gleiche Mengen Kieselsäure (2·3 Molecüle, 44·4 Procent) enthalten, verschiedene Mengen Korund (30 Procent, 16·6 und 11·4 Procent) aus; aus dem Magma 7*a* mit 51 Procent SiO_2 hat sich 25·5 Procent Spinell ausgeschieden, das heisst fast 4mal so viel wie aus dem Magma 8*b*, das nur 48·5 Procent SiO_2 nach der Ausscheidung von 6·8 Procent Spinell enthält, das heisst basischer, als das vorhergehende ist. Was die von Vogt (l. c. pag. 218) untersuchten „am meisten basischen und gleichzeitig thonerdereichsten Schlacken" anbetrifft, aus denen sich kein Korund ausgeschieden hatte, so konnte hier nach dem oben Dargelegten keine Thonerdekrystallisation stattfinden, weil das Verhältnis der Basen (vorzugsweise *CaO*—40 Procent) zur Thonerde, wovon man sich leicht durch einfache Berechnung überzeugen kann, grösser als 1 ist oder der Einheit nahe kommt; daher konnten sich in diesen Schlacken nur Thonerdesilicate, wie Gehlenit, Anorthit und andere bilden, die auch thatsächlich von Vogt gefunden wurden. Mithin hat die Basicität des Magmas nichts mit dem Process der Ausscheidung freier Thonerde und der Aluminate gemein. Dieser Vorgang ist ausschliesslich vom Verhältnis der die Alumosilicate bildenden Basen zur Thonerde abhängig: ist dieses Verhältnis bedeutend kleiner als $1 : (K_2O + Na_2O + CaO) : Al_2O_3 < 1$, dann scheidet sich der ganze Thonerdeüberschuss in Korundform aus; enthält dabei das Magma bedeutende Magnesiamengen (mehr als 0·5 Procent, Tabelle IV), dann scheidet sich, statt Korund, zuerst Spinell, und bei grossem Ueberschuss von Al_2O_3 nach Spinell auch Korund aus, wie dies aus der mikroskopischen Analyse der Schmelzen 4, 5 und 6 klar wird. Beide Minerale können sich in Alumosilicatmagmen, sowohl in basischen Magmen, wie auch in sauren, wie z. B. in Gehlenit-, Anorthit-, Nephelin-, Feldspathmagmen und deren Mischungen, bilden. So können wir die Magmen 1*b*—4*b* Nephelin—Anorthitmagmen nennen, das Magma 5*b* als Anorthit—Melilithmagma bezeichnen, weil hier das Verhältnis der Basen zur Thonerde grösser als 1 (nämlich 1·2) ist; wie wir oben gesehen haben, scheidet sich aus diesem Magma thatsächlich Melilith aus; das Magma 6*b* besitzt einen Charakter von Anorthit—Nephelin und die Magmen 7*b* und 8*b* den von Feldspathmagmen. Dementsprechend kann die Grenze der Sättigung verschiedener Alumo-

Digitized by Google

silicatmagmen von reinem Typus (das heisst magnesia- und eisenoxydrespective oxydulfreien) mit Thonerde durch verschiedene Zahlen, in Abhängigkeit von den Moleculargewichten der betreffenden Basen und von der Kieselsäuremenge, ausgedrückt werden. Im reinen Anorthitmagma ist diese Grenze ungefähr gleich 36·5 Procent Al_2O_3, im Nephelin circa 32—33 Procent, im Labrador circa 27—30 Procent, in den Magmen 7*b* und 8*b* ist sie gleich 26 Procent, im Albitmagma circa 19·5 Procent u. s. w. In gemischten Magmen, die ausser Alumosilicaten thonerdefreie Silicate enthalten, kann diese Grenze natürlich bedeutend niedriger sein. Daher ist die von mir in der citirten Mittheilung[1]) abgeleitete vorläufige Folgerung, diese Grenze sei circa 30 Procent Al_2O_3 gleich, nicht allgemein giltig und bezieht sich einzig auf Nephelin-Labradormagmen, die damals untersucht wurden.

4. Experimentelle Bestätigung der erhaltenen Resultate.

Die bisher erhaltenen Resultate gründen sich auf das Studium von Schmelzen, aus welchen sich Korund und Spinell zufällig ausgeschieden haben. Daher können unsere Folgerungen nicht völlig überzeugend sein, bis wir sie nicht durch Versuche bestätigen, die absichtlich zwecks Darstellung dieser Minerale durch Krystallisation aus Thonerdesilicatmagmen angestellt worden sind. Diese Versuche müssten beweisen, dass: 1. geschmolzene Alumosilicatmagmen von der allgemeinen Zusammensetzung $(K_2, Na_2, Ca)O \,.\, Al_2O_3 \,.\, n\,SiO_2$, wo $n = 2—6$, Thonerde aufzulösen fähig seien; 2. der gelöste Thonerdeüberschuss sich bei der Krystallisation in Korund- (respective Spinell-) Form ausscheide; und dass 3. die Ausscheidung freier Thonerde aus dem Magma nicht von seiner Acidität, das heisst von der in ihm enthaltenen Kieselsäuremenge, sondern nur vom Verhältnis der Basen zur Thonerde abhänge.

Um diese Thesen eingehender beleuchten zu können, habe ich eine ganze Reihe von Versuchen unternommen, bei denen ich sowohl einfache Thonerdesilicatmagmen mit nur einer Base (CaO, Na_2O, K_2O), wie auch mit gemischten Basen ($CaO+Na_2O$, K_2O+Na_2O u. s. w.) untersuchte. Gewählt wurden zweierlei Magmenzusammensetzungen: 1. $MeO \,.\, Al_2O_3 \,.\, 2SiO_2$ und 2. $MeO \,.\, Al_2O_3 \,.\, 6SiO_2$; der Einfachheit halber führte ich in den meisten Fällen keine Magnesia

[1]) Zeitschr. f. Kr., 1895, Bd. XXIV, pag. 285.

Digitized by Google

und Eisenoxyde ein, um die Bildung des Spinells und der thonerdefreien Silicate (Olivin, Augit u. dergl.) zu vermeiden, was, wie wir sahen, die Sache complicirter machen würde.

Versuch 1. Anorthitmagma. Es wurde eine Mischung hergestellt, die nach Friderici's[1]) Analysen dem sogenannten Barsowit entsprach: etwa SiO_2 41·5 Procent, Al_2O_3 36·7 Procent, CaO 19·8 Procent, Na_2O 2·1 Procent, als Durchschnittszahlen. Dieser Mischung fügte ich circa 8 Procent Al_2O_3 (in Hydrargillitform) hinzu. Zwei mit diesen Mischungen (zu 150 Gramm) beschickte Tiegel standen ungefähr 1 Monat lang an der I. und II. Stelle. Es wurden weiße poröse und harte Massen erhalten, die unter dem Mikroskop aus Anorthit- und Korundkryställchen und aus geringen Mengen Glas bestanden.

Da diese Schmelzen in Salzsäure leicht unter Gallertbildung zersetzt werden, so liess sich die Korundmenge mit voller Genauigkeit bestimmen, und zwar wurde in dem einen Falle 6·45 Procent, in dem anderen 6·60 Procent, das heisst im Mittel 6·52 Procent Korund erhalten. Wie wir sehen, ist diese Menge geringer als der angewandte Thonerdeüberschuss. In der angeführten Barsowitzusammensetzung lässt sich aber ein Ueberschuss von Basen im Vergleich mit Thonerde bemerken: $(CaO + Na_2O) : Al_2O_3 = 3·9 : 3·6$; daher ist ein Theil des Thonerdeüberschusses zur Ausgleichung dieses Verhältnisses bis 1 benutzt worden, der andere Theil hat sich als Korund ausgeschieden.

Das ist aus der unten angeführten Controlanalyse der Schmelze (14) und aus den auf Grund derselben berechneten Molecularverhältnissen zu ersehen (Tabelle V).

Tabelle V.

	14	Molecularverhältnisse
Korund	6·52	
Si_1O_2	39·92	$(Na_2O+CaO):Al_2O_3:SiO_2=$
Al_2O_3	33·70	1 : 1 : 2
CaO	17·37	
Na_2O	2·87	
	100·38	

[1]) Vergl. M. Bauer, Beiträge zur Mineralogie, N. Z. f. M., 1880, II, pag. 71; Rammelsberg, Handb. d. Mineralch., I. Ergänzungsheft, 1886, pag. 45.

Digitized by Google

Offenbar schmilzt die oben angeführte Mischung sehr schwer, sogar bei unbedeutendem Thonerdeüberschuss, da trotz des andauernden Erhitzens an der Stelle I die Massen blasig, scheinbar nur zusammengesintert blieben und nicht völlig geschmolzen waren. Während ihres Schmelzens krystallisiren sie offenbar gleichzeitig aus und daher befindet sich die Schmelze nie im vollkommen flüssigen Zustande.

Versuch 2. Anorthit-Nephelinmagma. Für diesen Versuch habe ich das Magma 4 *b* (Tabelle IV) gewählt, aber ohne Magnesia. Etwa 25 Pfund der Mischung mit circa 10 Procent Hydrargillit wurden an den Stellen I und II während 10 Wochen stehen gelassen, in deren Verlaufe die Schmelze prächtig auskrystallisirte. Eine genauere Beschreibung dieser Schmelze soll im petrographischen Theil dieser Arbeit gegeben werden, jetzt will ich nur bemerken, dass die Anorthitkrystalle so gross waren, dass man sie leicht aus der Schmelze isoliren und analysiren konnte (vgl. Fig. 1 und 2, Tafel VII). Wie wir unten sehen werden, besteht diese Schmelze aus 5 Procent Korund, 60 Procent Anorthit, 3 Procent Magnetit und circa 32 Procent Nephelin und Glas. Sie löst sich sehr leicht unter Gelatiniren in Salzsäure. Die Bestimmung des Korunds in dem für die Analyse benutzten Pulver ist zweimal ausgeführt worden: 1. 5·24 Procent, 2. 5·40 Procent. Merkwürdiger Weise ist Korund in allen Partien der Schmelze unregelmässig vertheilt — in einer (unteren?) wurden 9·5 Procent Korund gefunden. Die allgemeine Zusammensetzung der Schmelze und die Molecularverhältnisse der Basen zur Thonerde, nach der Korundausscheidung, sind in der Tabelle VI angeführt.

Tabelle VI.

	15	Molecularverhältnisse
Korund	5·24	
SiO_2	43·86	
Al_2O_3	30·80	
$Fe_2O_3 + FeO$	3·20	$(K_2O + Na_2O + CaO) : Al_2O_3 : SiO_2 =$
CaO	10·90	1 : 1 : 2·4
MgO	Spuren	
K_2O	0·54	
Na_2O	6·02	
	100·56	

Digitized by Google

Nach diesen Versuchen unterlag es weiter keinem Zweifel, dass die oben festgesetzte Regelmässigkeit bei der Korundausscheidung aus dem Anorthit- und Anorthit-Nephelinmagma richtig sei, dass ferner die Sättigungsgrenze dieser Magmen mit Thonerde durch das Verhältnis: $MeO : Al_2O_3 = 1$ ausgedrückt werde und dass der ganze Ueberschuss sich in Korundgestalt ausscheide. Die folgenden Versuche mit denselben Magmen betreffen nur die verschiedenen Einzelheiten dieser grundlegenden Regel.

Versuch 3. Krystallisationsdauer. Um den Einfluss der Dauer des Erhitzens auf die Krystallisation des Korunds und überhaupt der Schmelze näher zu prüfen, benutzte ich dasselbe Magma (4*b*), nur mit einem grösseren Thonerdeüberschuss. Die Mischung (118 Pfund schwer) wurde aus gewöhnlichen Fabriksmaterialien und Bauxit (siehe 1. Abschnitt), dessen Menge circa $^1/_3$ des Ganzen ausmachte, hergestellt. Das Schmelzen ging allmählich vor sich und dauerte 14 Stunden, wobei zuerst die untersten Schichten schmolzen, während die obersten erst nach 10 Stunden endgiltig in flüssigen Zustand übergingen. In einer niedrigeren Temperatur (800—1000°) befand sich die Schmelze etwa 10 Stunden lang, das heisst der ganze Schmelz- und Krystallisationsprocess dauerte 24 Stunden. Nichtsdestoweniger krystallisirte die Schmelze vorzüglich und wurde aus dem Tiegel in einem Stück, das ein Gewicht von 105 Pfund hatte, herausgenommen. Der untere Theil ist besser krystallisirt als der obere; in letzterem sind unter dem Mikroskop sogar ungeschmolzene Bauxittheilchen zu sehen, was durch das allmähliche Schmelzen der Mischung erklärt wird. Im allgemeinen blieb in dieser Schmelze mehr Glas als in der vorigen zurück, doch ist der Unterschied in der Grösse der ausgeschiedenen Korund-, Anorthit- und Nephelinkrystalle unbeträchtlich, sie sind blos schlechter ausgebildet. Auch hier ist der Korund ungleichmässig vertheilt, in den untersten Schichten befanden sich 12·5 Procent, in den obersten 17·2 Procent, was wiederum durch die verhältnismässig leichte Schmelzbarkeit der Thonerdesilicate und das allmähliche und langsame Lösen des Bauxits, der in der oberen Hälfte der Masse noch theilweise ungeschmolzen geblieben war, erklärt werden kann. Im erwähnten Zeitraum scheiden sich jedoch im Durchschnitt 15 Procent Korund aus, das heisst etwa 15 Pfund. Nach längerem Erhitzen wäre ohne Zweifel aller Bauxit in Korund umgewandelt worden.

Digitized by Google

Aus einem Vergleiche der Versuche 2 und 3 lässt sich schliessen, dass der Krystallisationsgrad der Schmelze nicht gerade von der Dauer des Erhitzens (in entsprechender Temperatur), sondern von der Zusammensetzung des Magmas, von seiner Sättigung mit verschiedenen Verbindungen oder, mit anderen Worten, von seiner Fähigkeit, übersättigte Lösungen zu bilden, abhängt.

Versuch 4. Löslichkeit der Thonerde im Nephelin- und Anorthitmagma. Man konnte sich bereits beim Versuch 1 überzeugen, dass sich Thonerde im reinen Anorthitmagma schwierig, dagegen im gemischten Anorthit-Nephelinmagma leicht und in grossen Mengen (Versuch 3) auflöst. Der folgende Versuch dient als anschaulicher Beweis für die verschiedenen Löslichkeitsverhältnisse der Thonerde im Nephelin- und im Anorthitmagma. Es wurden zwei Mischungen bereitet: *a)* eine Anorthitmischung mit 2 Procent Natron und *b)* eine Nephelinmischung mit $1^1/_2$ Procent Kalk. In der ersteren wurden auf 112 Pfund der Mischung 50 Pfund Bauxit verwendet, in der zweiten auf dieselbe Menge der Mischung 100 Pfund Bauxit. Beide Mischungen schmolzen bei gleichen Bedingungen und befanden sich 24 Stunden (14 Stunden das Schmelzen, 10 Stunden die Krystallisation) im Feuer. Die Nephelinmischung *(b)* schmolz zu einer homogenen Masse bereits nach 4 Stunden, während die Anorthitmischung *(a)* sogar nach 24 Stunden nur unvollkommen geschmolzen war, aber sich vielmehr in eine blasige Masse verwandelt hatte, in deren Hohlräumen schöne glänzende Korundkryställchen nebst ungeschmolzenen Bauxitkörnchen zu sehen waren. In der Natronschmelze wurden unter dem Mikroskop winzige Korundmikrolithe in ganzen Schwärmen beobachtet, zahlreiche Nephelinkryställchen und Glas, in dem spärlich Theilchen ungeschmolzenen Bauxits vorkamen. Die Kalkschmelze besteht, unter dem Mikroskop gesehen, aus Korundkryställchen, Anorthitprismen, einer sehr grossen Menge ungeschmolzenen Bauxits und Glas. Um die Menge des ausgeschiedenen Korunds zu bestimmen, wurden aus beiden Massen völlig homogene Stücke ohne ungeschmolzenen Bauxit gewählt. In der Nephelinschmelze wurden 29·5 Procent Korund, in der Anorthitschmelze nur 5 Procent gefunden. Folglich löst das Nephelinmagma unter gleichen Temperaturverhältnissen und während derselben Zeitdauer fast 6mal soviel Thonerde wie das Anorthitmagma, sogar in dem Falle, dass die Menge dieses letzteren 2mal grösser als die des Bauxits ist. Hieraus

Digitized by Google

folgt, dass die Löslichkeit der Thonerde in gemischten Anorthit-Nephelinmagmen desto höher ist, je grösser der Natrongehalt, wie wir dies übrigens aus der Tabelle IV ersehen können.

Versuch 5. Albitmagma; Bildung des Korunds und Sillimanits. Die vorigen Versuche erklären mit genügender Anschaulichkeit die chemischen und physikalischen Bedingungen der Korundbildung in Magmen vom Typus $MeO.Al_2O_3.2SiO_2$. Es erübrigte nur noch, saure Magmen von der allgemeinen Zusammensetzung: $MeO.Al_2O_3.6SiO_2$ in dieser Beziehung zu prüfen. Da in diesen Magmen die Rolle von Basen nur Alkalien oder vorzugsweise Alkalien spielen können, habe ich mich vor allem zum Albitmagma gewendet. Etwa 150 Gramm der Mischung, die ihrer Zusammensetzung nach dem Albit mit kleinem Thonerdeüberschuss entspricht, wurden an der Stelle II geschmolzen, wo sie ungefähr 2 Wochen lang stehen blieb. Es wurde eine sehr blasige, bimssteinähnliche Masse erhalten; in deren dünnen Blättchen konnte man unter dem Mikroskop zweierlei Ausscheidungen bemerken: 1. zahlreiche sechseckige Täfelchen von Korund, und 2. viel weniger zahlreiche längliche Prismen eines Minerals, welches allen seinen Merkmalen nach (siehe unten vergl. Fig. 1, Tafel II) nichts anderes ist wie Sillimanit. Da die Schmelze in Salzsäure unlöslich ist, wurde die Trennung des Korunds und Sillimanits mittels Fluss- und Schwefelsäure ausgeführt. Wir wissen aber, dass sehr dünne Blättchen von Korund durch Schwefelsäure beim Verdampfen über einer Flamme theilweise zerlegbar sind, und dass heisse Flussäure nach Wernadskij[1]) auch auf den Sillimanit einwirkt. Daher musste man von vornherein erwarten, dass ein Theil der dünnsten Blättchen des Korunds und Sillimanits bei der erwähnten Trennungsweise in Lösung geht. Die auf diese Weise ausgeschiedene Menge des Korunds und Sillimanits ist gleich 3·64 Procent. Nach dem für die Ausscheidung des Korunds aus dem Anorthit-Nephelinmagma festgestellten Schema (siehe Versuch 2) lässt sich leicht berechnen, dass circa 2 Procent des Korunds und Sillimanits beim Isoliren aus der Schmelze in Lösung übergegangen sind.

[1]) l. c. pag. 75.

Digitized by Google

Tabelle VII.

	16	16 *a*	Molecularverhältnisse
Korund und Sillimanit . . .	3·64	5·50	$Na_2O : Al_2O_3 : SiO_2 =$
SiO_2	65·41	65·41	15.
Al_2O_3	20·43	18·39	0·9 : 1 : 5·5
Fe_2O_3	Spuren	—	15 *a*.
CaO	Spuren	—	1 : 1 : 6
Na_2O	10·28	10·28	
	99·58	99·58	

16. Die Zusammensetzung der Schmelze mit Korund und Sillimanit (3·6 Procent), die mittels *HFl* und H_2SO_4 ausgeschieden wurden.

16 *a*. Die theoretische Menge der Thonerde, die aus der Schmelze ausgeschieden werden soll, berechnet nach dem Schema: $Na_2O \,.\, nAl_2O_3 \,.\, 6SiO_2 = Na_2Al_2Si_6O_{16} + (n-1)$ Korund.

Da aber eine genaue quantitative Trennung des Korunds aus den Magmen von diesem Typus auf chemischem Wege nicht möglich zu sein scheint, wenn die Kryställchen, wie im vorliegenden Falle, sehr klein sind, so können wir ebenfalls nicht ganz überzeugt sein, ob nicht auch ein Theil des Ueberschusses von Thonerde durch Glas in Form einer übersättigten „festen Lösung" zurückgehalten wird, wie dies zum Theil auch in Nephelinschmelzen möglich ist, wenn sie nicht entglast sind.[1]) Jedenfalls aber können wir nach dem Versuch 5 den Schluss ziehen, dass die Krystallisation des Korunds aus dem Albitmagma nicht nur möglich, sondern auch im allgemeinen denselben Regeln unterworfen ist, die mit voller Genauigkeit für Anorthit-Nephelinmagmen gelten. Ferner können wir constatiren, dass saure, mit Thonerde übersättigte Magmen, gleich dem Korund, Sillimanit ausscheiden. Sehr interessant erscheint es, dass Sillimanit, dem Spinell ähnlich, sich aus der Schmelze offenbar früher wie Korund ausscheidet, weil er in ihm Einschlüsse bildet. Folglich vereinigt sich der Ueberschuss von Thonerde zuerst mit der ebenfalls überschüssigen Kieselsäure, um sich erst nach dem Sättigen der letzteren in freier Form auszuscheiden. Zu erwarten ist dabei, dass je grösser der Gehalt an Kieselsäure in der Schmelze, desto reichlicher die Ausscheidung des Sillimanits ist.

[1]) Vergl. Hautefeuille et Perrey, l. c.

Digitized by Google

In der That, schmilzt man Bestandtheile des isländischen Liparits[1]) sogar mit einem kleinen Ueberschuss von Thonerde, so bilden sich in der Schmelze Sillimanit und Korund. In dieser Hinsicht kann ich zwei Versuche erwähnen, welche eigentlich für einen anderen Zweck angestellt wurden, die aber, wie es sich bei näherer Untersuchung der Schmelze zeigte, sehr schön den Versuch 5 erklären und bestätigen. Es wurden zwei Mischungen des Liparits genommen: 1. 77·9 SiO_2, 12·0 Al_2O_3, 1·3 FeO, 0·8 CaO, 0·1 MgO, 3·3 K_2O, 4·6 Na_2O; 2. 77·9 SiO_2, 12·0 Al_2O_3, 1·3 FeO, 0·8 CaO, 0·1 MgO, 6·8 K_2O, 2·2 Na_2O; in der einen war das Verhältnis $K_2O : Na_2O = 1:2$, in der anderen 2:1; in beiden das Verhältnis $(K_2O + Na_2O + CaO) : Al_2O_3 : SiO_2 = 1:1:13$, zufolge aber einer fehlerhaften Wägung (Uebergewicht) des Hydrargillits beim Bereiten der Mischungen wurde dies Verhältnis gestört, und in beiden Schmelzen hatten sich nach zweiwöchentlichem Glühen in der Stelle I und II Nadeln von Sillimanit und Blättchen von Korund gebildet[2]), und zwar erstere stark vorwiegend. Sowohl die Schmelzen selbst wie auch die obengenannten Krystallisationsproducte sind vollkommen identisch mit denjenigen beim Versuche 5. Zu bemerken ist blos ein quantitativer Unterschied zwischen Korund und Sillimanit: im Versuche 5 ist der erstere zahlreicher wie der zweite, hier dagegen ist die Sillimanitmenge grösser wie diejenige des Korunds, weil auch die Kieselsäuremenge im Liparit viel grösser ist wie im Albit.

Infolge dessen kommen wir zum interessanten Resultate, dass in sauren Alumosilicatmagmen mit höherem Thonerde- und Kieselsäuregehalt im Verhältnis zu Natron, als in der Formel $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$, desto mehr Sillimanit ausgeschieden wird, je grösser der Ueberschuss von Kieselsäure ist. Hieraus folgt, dass bei sehr starker Uebersättigung des Magmas mit Kieselsäure und mässiger mit Thonerde nur Sillimanit ausgeschieden werden kann, bei entgegengesetzten Bedingungen wird viel Korund und wenig Sillimanit ausgeschieden; Magmen, in welchen der Kieselsäuregehalt kleiner als im bezeichneten Verhältnis ist, sind nicht Sillimanit auszuscheiden fähig, sondern nur Korund, natürlich bei gleich-

[1]) J. Roth, Gesteinsanal., 1861, pag. 12, Nr. 32.

[2]) Anfänglich habe ich sie für Tridymit gehalten. Vergl. N. J. f. M. 1893, II, pag. 51.

Digitized by Google

zeitigem Ueberschusse von Thonerde. Alle diese Folgerungen müssen noch durch zahlreichere Versuche Bestätigung finden, sie scheinen aber so klar zu sein, dass man ihre Richtigkeit kaum bezweifeln kann. Auf Grund der angeführten Versuche können wir blos als Thatsache betrachten, dass aus sehr sauren, mit Thonerde übersättigten Alumosilicatmagmen Korund wie Sillimanit in einer Menge, die im allgemeinen der Uebersättigung direct proportional ist, ausgeschieden werden.

Dass die Bildung des Sillimanits, dem Spinell und Korund ähnlich, hauptsächlich vom Verhältnisse der Basen (Na_2O, K_2O, CaO) zur Thonerde und nicht z. B. von der Acidität der Schmelze abhängt, wird durch einen einfachen Versuch bestätigt, wobei genau abgewogene Bestandtheile desselben isländischen Liparits, aber mit noch grösserem Kieselsäuregehalte (bis 90 Procent), nach 7tägigen Schmelzen an den Stellen I und II nur ganz reines Glas, ohne jegliche Krystallisationsspuren, geliefert haben. Eine Ausscheidung von Sillimanit aus solcher Schmelze könnte, wie wir gesehen haben, nur in dem Falle stattfinden, wenn das bezeichnete Verhältnis kleiner wie 1 wäre.

Versuch 6. Die Krystallisation des Spinells aus dem Albitmagma. Die Prüfung der Schmelzen 1—8 (siehe oben) hat uns überzeugt, dass der Spinell sich aus Thonerdesilicatmagmen, sowohl aus stark basischen Melilith-Anorthitmagmen, wie auch aus mehr sauren Feldspathmagmen ausscheidet, nach dem für Korund und (wie wir es eben gesehen haben) Sillimanit gemeinsamen Schema. Es blieb daher nur übrig, die sauersten Thonerdesilicatmagmen zu prüfen. Auf 100 Gramm Albitmischung wurden 25 Gramm einer Mischung, die der Zusammensetzung des reinen Magnesiaspinells ($MgAl_2O_4$) entspricht, genommen. Nach 7tägigem Schmelzen an der Stelle I wurde ein weisser durchaus homogener (porzellanähnlicher) Fluss erhalten, in welchem sich ganze wolkenartige Spinellmikrolithenaggregate von winzigen Globulithen im Centrum derselben angefangen, bis zu vollständig regelmässigen, durchsichtigen und farblosen Oktaëdern an den Rädern ausgeschieden hatten. Mit Hilfe von Fluss- und Schwefelsäure konnte man blos die grösseren Oktaëder isoliren, deren Zahl gleich circa 7 Procent war. An den Tiegelwänden waren Korundblättchen und Sillimanitprismen zu bemerken, die in der Mitte des Flusses fehlten.

Digitized by Google

Folglich scheidet sich der Spinell, dem Korund ähnlich, aus allen Natron-Kalk-Thonerde-Silicatmagmen, ganz unabhängig von ihrer „Basicität", aus.

Versuch 7. Die Krystallisation des Korunds im Natriumaluminat. Nachdem wir uns auf diese Weise überzeugt haben, dass im Processe der Ausscheidung von freier Thonerde aus Thonerdesilicatmagmen die Kieselsäure keine wesentliche Bedeutung hat, war noch zu beweisen, dass die völlige Elimination derselben aus der Schmelze keinen qualitativen Einfluss auf den Gang dieses Processes haben wird. Zu diesem Zwecke wurde Natriumaluminat ($Na_2O . Al_2O_3$) mit grossem Ueberschusse von Hydrargillit oder Bauxit (1 Theil Aluminat auf $2^1/_2$ Theile Bauxit) einige Tage lang in Thontiegeln an der Stelle I erhitzt. Diese Mischung von Natriumaluminat mit Thonerde schmilzt nicht zu einer homogenen Masse, sondern sintert nur zu einem rauhen lockeren Pulver, in welchem man sogar mit blossem Auge glänzende und gut ausgebildete Korundkryställchen unterscheiden kann, zusammen. Die Mischung bildet mit den Tiegelwänden eine grobkrystallinische Schmelze, in welcher sich noch grössere und in grösserer Anzahl vorhandene Korundkryställchen ausgeschieden haben, wobei allerdings sich zuerst das Aluminat mit der Kieselsäure des Tiegels zu einem Thonerdesilicat vereinigt, aus welchem sich darauf Korund ausscheidet. Indem sich folglich die Kieselsäure mit dem Aluminat verbindet, erniedrigt sich die Schmelzbarkeit des Gemisches und es erhöht sich darin gleichzeitig die Löslichkeit der Thonerde. Das Aluminat selbst vermag, wie es klar ist, nur sehr geringe Mengen der Thonerde zu lösen, die sich sofort in festem Zustande ausscheiden und die Bildung einer homogenen Masse aus dem geschmolzenen ganzen Gemisch stören. Herr W. Lesiński[1]) hat eine ganze Reihe von ähnlichen Versuchen mit verschiedenen Verhältnissen des Aluminats zur Thonerde ausgeführt, immer aber mit einem und demselben Resultate: im zusammengesinterten Aluminatpulver und amorpher Thonerde konnte man jedesmal freie Korundkryställchen finden. Diese Versuche erinnern an diejenigen von Frémy und Feil, die aus einem (leicht schmelzbaren) Bleialuminat Korund auskrystallisirten; dabei wird dieses Aluminat meiner Meinung nach nicht durch die Kieselsäure des Tiegels nach der Gleichung:

[1]) Director der Glasfabrik Targówek.

Digitized by Google

$PbAl_2O_4 + SiO_2 = PbSiO_3 + Al_2O_3$ (siehe oben pag. 23) zerlegt, sondern bildet mit ihr wahrscheinlich zuerst ein Bleithonerdesilicat, welches später infolge der Bleiverflüchtigung zerfällt wird und langsam Korund ausscheidet.[1]) Würde das Bleialuminat einfach durch Kieselsäure zerlegt werden und wäre es unfähig, sie zu lösen, dann wäre es Fouqué und M.-Lévy[2]) nicht gelungen, den sogenannten Bleianorthit $PbAl_2Si_2O_8$ darzustellen. Unzweifelhaft ist das Bleialuminat auch fähig, einen Ueberschuss von Thonerde zu lösen und letztere in Korundform auszuscheiden, analog dem Natriumaluminat in meinen und Lesiński's Versuchen, wobei die Tiegelkieselsäure blos die Löslichkeit der Thonerde im Aluminat erhöht.

Versuch 8. Die Beziehung der reinen Kalialumosilicatmagmen zur Thonerde. Die Schmelzen, in welchen sich Korund ausgeschieden hat, enthalten manchmal bedeutende Kalimengen. So enthält der Schmelzfluss 2*b* (Tabelle IV) 6·0 Procent K_2O und 8·3 Procent Na_2O, das heisst beide Alkalien befinden sich hier ungefähr im Verhältnis $K_2O : Na_2O = 1 : 2$. Dasselbe Verhältnis finden wir auch im isländischen Liparit (vergl. Versuch 5, 1) 3·3 Procent K_2O und 4·6 Procent Na_2O; der Liparitschmelzfluss, wo das Verhältnis $K_2O : Na_2O = 2 : 1$ (6·8 Procent K_2O und 2·2 Procent Na_2O), ist ebenfalls fähig, Thonerde zu lösen und sie in Korundform auszuscheiden. Daher musste man erwarten, dass auch reine Kalithonerdesilicatmagmen bei denselben Bedingungen sich analog zur Thonerde verhalten werden. Die zu diesem Zwecke angestellten Versuche zeigten aber das Entgegengesetzte. Es wurden zwei Mischungen bereitet: die eine der Zusammensetzung des Kalinephelins $K_2O . Al_2O_3 . 2SiO_2$, die andere dem Orthoklas $K_2O . Al_2O_3 . 6SiO_2$ entsprechend[3]); zu beiden Gemischen wurde ein Ueberschuss von Thonerde in gleichen Mengen (auf 1 Theil des Gemisches $^1/_4$ Theil Thonerde) hinzugefügt. Die Tiegel standen an der Stelle I 6 Tage lang und an der Stelle II nur 2 Tage. Das erste Gemisch (Nephelin) schmolz nicht vollständig, sondern sinterte nur zusammen, das zweite (Orthoklas) wurde zu einer weissen, porösen Masse geschmolzen.[4]) In beiden Flüssen sieht man

[1]) Frémy et Feil, C. R. l. c.

[2]) Fouqué et M.-Lévy, l. c. pag. 147.

[3]) Für diese Mischungen wurde chemisch reines K_2CO_3 von Kahlbaum genommen.

[4]) Bemerkenswert ist, dass dieses mehr SiO_2 enthaltende Gemisch leichter wie das Nephelingemisch schmilzt.

Digitized by Google

unter dem Mikroskop, ausser durchsichtigem Glase und undurchsichtigen amorphen Thonerdepartikelchen keine anderen Krystallisationsspuren (in der Orthoklasschmelze sind die Thonerdekörnchen abgerundet und abgeschmolzen). Dieses unerwartete Resultat[1]) veranlasst uns zu der Meinung, dass sich die Thonerde in reinen Kalithonerdesilicatmagmen nicht löst und daher die Krystallisation des Korunds darin bei diesen Bedingungen unmöglich ist; die entsprechenden Natronschmelzflüsse dagegen lösen bei denselben Bedingungen, wie wir gesehen haben, sehr leicht Thonerde auf und scheiden sie beim Erkalten wieder aus. Schon ein kleiner Zusatz von Natron im Liparitschmelzflusse, der 6·8 Procent K_2O und 2·2 Procent Na_2O (siehe oben) enthält, befähigt ihn, Thonerde aufzulösen. Oben wurde schon bemerkt, dass gemischte Kalknatronmagmen ebenfalls Thonerde in viel grösserer Menge, wie reine Kalkmagmen auflösen. Dieser scharfe Unterschied zwischen Kali- und Natronthonerdesilicaten in Beziehung zur Löslichkeit der Thonerde ist auch in dieser Hinsicht interessant, dass er durchaus mit jenem bemerkenswerten Unterschiede im chemischen Verhalten von K_2O und Na_2O übereinstimmt, welcher durch Prof. Lagorio[2]) in natürlichen Magmen bei ihrer Krystallisation constatirt und erklärt worden ist.

Die Hauptresultate der oben erwähnten Versuche können wir folgendermassen zusammenstellen:

1. Als mit Thonerde gesättigte Silicatmagmen müssen wir diejenigen bezeichnen, in welchen das Verhältnis der zu den Alumosilicaten gehörenden Basen zur Thonerde gleich eins ist.

2. Gesättigte Alumosilicatmagmen von gemischtem Typus: $(K_2, Na_2, Ca)\,O\,.\,Al_2O_3\,.\,nSiO_2$, wo $n = 2$—13, sind bei hoher Temperatur fähig, Thonerde zu lösen und übersättigte Lösungen zu bilden.

3. Reine Natronalumosilicatmagmen lösen Thonerde in sehr grossen Mengen auf, die Kalkmagmen in

[1]) Hautefeuille et Perrey (l. c.) erhielten auch keinen Korund, wenn alles Na_2O im Nephelin durch K_2O ersetzt war, aber ihrer Meinung nach kann sich Korund im Leucitglase bilden. In ihrer kurzen Mittheilung wird nicht erwähnt, ob ihr Leucit nicht kleine Mengen Na_2O enthielt.

[2]) A. Lagorio, l. c. pag. 488, 489, 496, 498, 520—522 etc.

Digitized by Google

kleinen und reine Kalimagmen sind bei denselben Bedingungen gar nicht fähig, überschüssige Thonerde aufzulösen.

4. Uebersättigte Alumosilicatmagmen, sowohl gemischte wie auch einfache, mit der allgemeinen Zusammensetzung $MeO \,.\, m\ Al_2O_3 \,.\, n\ SiO_2$ ($Me = K_2,\ Na_2,\ Ca;\ n = 2—13$) scheiden bei der Krystallisation den ganzen Ueberschuss von Thonerde ($m—1$) in Korundform aus, wenn sie gleichzeitig keine bedeutenden Mengen von Magnesia und Eisenoxydul enthalten und wenn n nicht grösser als 6 ist; in Spinellform (oder Spinell- und Korund-), wenn sie mehr als 0·5 Procent Magnesia und Eisenoxydul enthalten; endlich in Sillimanitform (oder Sillimanit- und Korund-), wenn n grösser als 6 ist und wenn Magnesia nicht enthalten ist.

5. Die Menge des ausgeschiedenen Spinells oder Sillimanits bei reichlichem Magnesia- oder Kieselsäuregehalte hängt ausschliesslich vom Ueberschusse von Thonerde ab, das heisst ist dem Uebersättigungsgrade gerade proportional. Dasselbe gilt freilich auch für Korund.

6. Die Krystallisation des Korunds und Spinells hängt nicht von der „Basicität" der Schmelze, sondern nur vom Verhältnis der Basen (K_2O, Na_2O, CaO) zur Thonerde ab; wenn dieses Verhältnis kleiner als eins ist, so scheiden sich diese aus der Schmelze nach den Regeln 4 und 5 aus; die Kieselsäuremenge in den Schmelzen, in welchen die Krystallisation des Korunds constatirt worden ist, schwankt in breiten Grenzen von 0 (Natriumaluminat) bis 13 (Liparit), immer bezogen auf einen Theil der Basen ($K_2O + Na_2O + CaO$) und einen Theil der Thonerde.

7. Die Sätze 4 und 5 sind blos für diejenigen Schmelzen völlig richtig, in welchen gleichzeitig neben Korund (resp. Spinell) keine thonerdefreien Silicate (Olivin) in grosser Menge enthalten sind, oder solche, die Thonerde in sehr unbestimmten Mengen (Augite) und mit Alumosilicaten gemeine Basen (CaO, Na_2O) enthalten; die Menge des ausgeschiedenen Korunds und Spinells in den Schmelzen, die gleichzeitig Augit und Olivin enthalten, lässt sich daher

Digitized by Google

(aus der allgemeinen Magmazusammensetzung) nach der Gleichung: $(K_2, Na_2, Ca)\,O\,.\,m\,Al_2O_3\,.\,n\,SiO_2 = (K_2, Na_2, Ca)\,O\,.\,Al_2O_3\,.\,n\,SiO_2 + (m—1)$ Korund, oder nach der Gleichung: $(K_2, Na_2, Ca)\,O\,.\,MgO\,.\,n\,Al_2O_3\,.\,pSiO_2 = (K_2, Na_2, Ca)\,O\,.\,Al_2O_3\,.\,.\,pSiO_2 + MgAl_2O_4 + (n—2)$ Korund nicht ausrechnen, weil sich in diesen Fällen ein Theil der *CaO*, *MgO* und andern bei der Bildung der obengenannten Silicate betheiligt. Es ist aber zu bemerken, dass die Bildung von grossen Mengen dieser Silicate in stark mit Thonerde übersättigten Magmen wegen der im Satz 4 erwähnten Spinellbildung unmöglich ist.

8. Aus den Sätzen 1—8 folgt, dass die Korund-, Spinell- und Sillimanitkrystallisation aus Silicatmagmen den allgemeinen Regeln der Krystallisation der Lösungen unterworfen ist.

Mit Hilfe der erhaltenen Ableitungen können wir uns jetzt die Eigenschaft mancher wasserstoffhaltiger Thonerdesilicate, sich beim Schmelzen zu zersetzen und in freier Form Thonerde oder Aluminat auszuscheiden, leicht erklären. Diese Eigenschaft besitzen, wie bekannt, z. B. Glimmer. Die Zusammensetzung der wichtigsten dieser Thonerdesilicate drückt sich nach Tschermak[1]) in folgenden Formeln aus:

1. $H_4K_2\,(Al_2)_3\,Si_6O_{24}$ Muscovit,
2. $K_4H_2\,(Al_2)_3\,Si_6O_{24} + nMg_2SiO_4$ Biotit.

Es ist wohl nicht schwer zu bemerken, dass nach dem Schmelzen der Mineralien, ihre Zusammensetzung wegen des Wasserverlustes verändert wird und sich danach auf folgende Weise ausdrücken lässt:

1. $K_2O\,.\,3\,Al_2O_3\,.\,6\,SiO_2$ geschmolzener Muscovit,
2. $2\,K_2O\,.\,3\,Al_2O_3\,.\,6\,SiO_2 + nMg_2SiO_4$ geschmolzener Biotit.

Das ursprüngliche Verhältnis der Basen[2]) zur Thonerde, welches gleich 1 war, ist in beiden Fällen gestört worden, es wurde kleiner als 1, und es müssten folglich nach den Regeln 4, 5 und 6 in der ersten Schmelze 2 Theile Thonerde, hauptsächlich in Korundform,

---

[1]) Tschermak, Lehrbuch der Mineralogie, 5. Aufl., pag. 521 u. 526.

[2]) Zu welchen in Glimmer auch H_2O gerechnet wird.

Digitized by Google

ausgeschieden werden und in der zweiten ein Theil — in Spinell- und Korundform. In beiden Fällen, besonders aber im ersten, kann sich gleichzeitig wegen der chemischen Wirkung der Kieselsäuremasse ein wenig Sillimanit bilden. Thatsächlich wird das Gesagte vorzüglich durch die Versuche Wernadskij's[1]) bestätigt, welcher beim Schmelzen von Muscovit und Magnesiaglimmer „zahlreiche" hexagonale Korundblättchen und Spinelloktaëder gleichzeitig mit Sillimanit erhielt.[2]) Dagegen kann man mit der Erklärung der Glimmerzersetzung, wie sie vom erwähnten Forscher gegeben wird, nicht in dem Sinne einverstanden sein, dass zusammen mit Korund und Sillimanit sich „kali-" oder „alkali-", das heisst thonerdefreies Glas bilden könne, weil sich Korund und Sillimanit, wie aus den Versuchen von Prof. Lagorio[3]) und aus dem oben Dargelegten ersichtlich ist, leicht in solchem Glase auflösen; dieses Glas kann nur die Zusammensetzung des Thonerdesilicats: $K_2O \,.\, Al_2O_3 \,.\, nSiO_2$ besitzen.

Ebenso leicht erklärbar ist die Zerlegung des Granats, des Pyrops und Almandins, beim Schmelzen in Thonerdesilicate (Anorthit, Melilith, Gehlenit) und Aluminat (Pleonast) bei den Versuchen von Doelter und Hussak.[4]) Die Bildung des Thonerdesilicats (Gehlenits, $Ca_2Al_2Si_3O_{10}$), in welchem das Verhältnis $MeO : Al_2O_3 > 1$, gleichzeitig mit Aluminat, wird, ähnlich wie in den von Vogt untersuchten Schlacken, im gegebenen Falle durch die chemische Massenwirkung der Basen MeO, deren Gehalt in Granaten bis 35 Procent und mehr steigt, erklärt.

Auch bei den Versuchen von Fouqué und M.-Lévy hat sich in den Fällen, wo „le mélange contient un excès d'alumin", Spinell (Pleonast) zugleich mit Thonerdesilicaten (vorzugsweise Nephelin) gebildet.[5])

Zum Schluss muss ich noch die in neuester Zeit von Vogt aufgeworfene Frage von „der Eigenschaft der Thonerde, die Ausscheidung der Sillicate aus dem Magma zu verzögern", in wenigen Worten erörtern.[6]) Beim Glasschmelzen (besonders Kalkglas)

[1]) l. c. pag. 82—88.

[2]) Vergl. auch Doelter, N. J. f. M., 1897, I, pag. 1—4, und A. Lacroix, Les enclaves de roches volcaniques, 1893, pag. 574—575.

[3]) Lagorio, Z. f. Kr., 1895, XXIV, pag. 290—291.

[4]) Doelter und Hussak, l. c.

[5]) Fouqué et M.-Lévy, l. c. pag. 231, 400.

[6]) J. H. L. Vogt, l. c. pag. 218 etc.

Digitized by Google

ist längst bemerkt worden, dass die Hinzufügung einer gewissen Menge Thonerde zum Glase dieses vor der eventuellen Entglasung (Ausscheidung des Silicats $CaSiO_3$ u. dergl.) schützt. Nach Vogt krystallisiren Schmelzen, die hauptsächlich aus Olivin, Augit, hexagonalem Kalksilicat u. s. w. bestehen, desto schlechter, je grösser der Thonerdegehalt ist; sobald letzterer von 9—20 Procent wächst, erstarren diese Schmelzen bei denselben Bedingungen in Glasform. Vogt[1]) gibt auch Analysen von Schlacken an, in welchen keine Krystallisationsspuren bemerkbar sind und welche aus SiO_2 49·5—56·5 Procent, Al_2O_3 12—17·3 Procent, CaO 15·8—26·3 Procent, MgO 1—5·7 Procent, $MnO + FeO$ 1·4—8·5 Procent und K_2O 0—2·2 Procent bestehen. Diese und ähnliche Erscheinungen erklärt Vogt durch die Vertheilung der chemischen Affinität unter die die Schmelze bildenden Basen und Säuren. Die angegebenen Mengen von Thonerde genügen nicht dazu, die Bildung einer übersättigten Thonerdesilicatlösung (das heisst einer Thonerdesilicat-Krystallisation) hervorzurufen; andererseits binden sie einen Theil der Basen, welche mit Kieselsäure Olivin, Augit u. a. bilden könnten, und indem sie die Uebersättigung der Schmelze mit diesen Verbindungen vermindern, bewirken sie auf diese Weise die Verringerung der Grösse der sich ausscheidenden Krystalle. Wenn ich mir diese Erscheinung in solcher Weise deute, kann ich sie doch nicht als eine besondere „Eigenschaft der Thonerde, die Silicatausscheidung zu verzögern", bezeichnen, wie dies Vogt gethan hat. Diese Erscheinung könnte, wie mir scheint, auf die allgemeine Eigenschaft der Lösungen bezogen werden. Bekanntlich[2]) geben stark übersättigte Lösungen im allgemeinen grosse Krystalle, schwach übersättigte scheiden dagegen kleine Kryställchen aus, indem ungesättigte Lösungen bei denselben Bedingungen völlig unfähig sind zu krystallisiren. Glasarten und überhaupt Alkalisilicatmagmen sind fähig, sehr viel Thonerde, sogar in Korundform[3]), aufzulösen; Thonerde besitzt augenscheinlich eine ausgesprochen starke Affinität zu den Alkalien und Erdalkalien, weil sie mit ihnen (und mit Kieselsäure) sehr beständige und in der Natur verbreitete Verbindungen, nämlich Alumosilicate und Aluminate, bildet. Eine vollständige Sättigung des Magmas mit Thonerde erfordert bekanntlich grosse

[1]) Vogt, l. c. pag. 232.
[2]) Lagorio, l. c. pag. 514.
[3]) Lagorio, Z. f. Kr., l. c.

Digitized by Google

Mengen von Thonerde; z. B. für das Anorthit-Nephelinmagma ist für seine Sättigung von 33—37 Procent Al_2O_3 nöthig. Folglich ergeben kleine Thonerdemengen, wie oben bei Vogt, eine geringe Alumosilicatmenge im Magma, welches deshalb nicht völlig gesättigt ist und keine Fähigkeit zur Krystallisation besitzt. Dagegen krystallisiren mit Alumosilicaten übersättigte Schmelzen, wie z. B. in unseren Versuchen 2 und 3, äusserst leicht und bemerkenswert gut. Aus der zur Tabelle I der Analysen beigegebenen Erklärung ist auch ersichtlich, dass sehr thonerdereiche Schmelzen gleichzeitig vollständig krystallinisch zerfällt werden können. Augenscheinlich krystallisiren Thonerdesilicate (basische Alumosilicate, von welchen hier ausschliesslich die Rede sein kann) leicht, bilden aber übersättigte Lösungen ziemlich schwer, und diese Eigenschaft wächst mit ihrem Säuregrade und hängt auch vom chemischen Charakter der hiezu gehörenden Base ab.[1]) Die Thonerde, die man in kleinen Mengen dem Glase hinzugefügt, hat eine solche Bedeutung, dass sie einen Theil der Basen in Alumosilicatform bindet, welche sich im entgegengesetzten Falle in grosser Masse als einfache Silicate, z. B. Kalkmetasilicat ($CaSiO_3$), Ackermannit u. dergl., die ziemlich leicht übersättigte Lösungen bilden, ausscheiden könnten. Ein echter Thonerdeüberschuss führt immer zur Krystallisation, zur Entglasung; so enthalten z. B. manche Sèvre'sche Porzellansorten nach Wernadskij[2]) bis 30 Procent Sillimanit. Die frühere Angabe von Pelouze[3]). das Glas der Zusammensetzung 41·9 SiO_2, 44·4 Al_2O_3, 9·2 Na_2O, 5·1 CaO wäre unfähig zu krystallisiren, ist auf irgend einem Irrthum begründet, weil eine Mischung von obiger Zusammensetzung, wie es der von mir speciell zu diesem Zwecke aufgestellte Versuch zeigte, nicht einmal ohne Krystallisation schmelzbar ist, indem sie den ganzen Ueberschuss von Thonerde in Korundform (nach der Berechnung circa 18 Procent) ausscheidet. Folglich liegt die Ursache der bezeichneten Erscheinung in der starken Affinität der Thonerde zu den Basen, mit denen sie Thonerdesilicate bildet, welche im allgemeinen schwer das Magma übersättigen und welche daher (bei kleiner Thonerdemenge) in Form einer festen Lösung, das heisst in Glasform erstarren.

[1]) Lagorio, l. c. pag. 501.

[2]) C. r. CX, 1890, pag. 1380.

[3]) Pelouze, C. r. LXIV, 1866, pag. 66. Vergl. auch Lagorio, l. c. pag. 500.

Digitized by Google

5. Physikalische und krystallographische Eigenschaften des aus den Schmelzen ausgeschiedenen Korunds, Spinells und Sillimanits.

(Fig. 1—6, Taf. II; Fig. 1, Taf. III.)

Korund. Schmelzen, die Korund in grossen Mengen enthalten, sind mit Smirgel schwer zu schleifen und schneiden mit Leichtigkeit Glas. Das aus ihnen ausgeschiedene Korundpulver ritzt auch Topas, das heisst ist härter wie letzterer. Die isolirten und eingewachsenen Kryställchen unterscheiden sich durch einen ziemlich starken Diamantglanz. In der Masse sind sie gewöhnlich silberweiss und verschieden nuancirt. Das aus der Schmelze 1 in einer Menge von ungefähr 10 Gramm isolirte Pulver ist gelblich, aus den Schmelzen 2 und 3 gelblich mit einem Stich ins Hellrosa; aus der Schmelze 6 sind blaue Kryställchen isolirt worden; Versuch 2 gab grünlichgelbe Kryställchen; das beim Versuch 4*b* erhaltene feine Pulver zeigte eine hübsche hellblaue Nuance; Kryställchen, die sich aus Natriumaluminat ausscheiden, besitzen eine röthliche Farbe u. s. w. Alle diese Farben hängen freilich von den Beimengungen ab, welche im vorliegenden Falle nur Eisenoxyde sein können. Zu bemerken ist, dass blaue Kryställchen in Schmelzen erhalten wurden, in welchen vorzugsweise Eisenoxydul (im Versuche 4*b* wurde es durch Kohle reducirt) zugegen war. Möglicherweise bildet das Gemenge des Eisenoxyduls mit Oxyd das Färbemittel des Korunds. Wenigstens ist es wohl bekannt, dass diese Mischung in verschiedenen Verhältnissen Glas in allen möglichen Regenbogenfarben färbt. Nach den Untersuchungen von Méne[1]) ertheilen die Sauerstoffverbindungen des Eisens in verschiedenen Verhältnissen dem Glas folgende Färbungen: 6 $FeO \,.\, Fe_2O_3$ schwarz, 3 $FeO \,.\, 2\, Fe_2O_3$ blau, $FeO \,.\, Fe_2O_3$ grün, 2 $FeO \,.\, 3\, Fe_2O_3$ gelb, $FeO \,.\, 3\, Fe_2O_3$ orangeroth, Fe_2O_3 purpurroth, das heisst je höher der Oxydgehalt, desto mehr nähert sich die Glasfarbe der linken Seite des Spectrums. Daher wäre es naturgemäss anzunehmen, dass als färbendes Princip des Rubins und Saphirs Oxyde des Eisens, eines in der Natur recht verbreiteten Elements, dienen, nicht aber Chrom, mit dessen Hilfe Frémy, Moissan und andere Forscher ihre künstlichen Rubine färben. Von allem ab-

[1]) Méne, C. r. LXIII, 1867, pag. 797. Vergl. auch Benrath, Die Glasfabrication, pag. 56.

Digitized by Google

gesehen, muss die Färbung der künstlichen Korunde, die ich in verschiedenen Schmelzen erhalten habe, der Beimengung von Sauerstoffverbindungen des Eisens zugeschrieben werden.

Das specifische Gewicht *(d)* der aus der Schmelze 1 isolirten Korundkryställchen wurde mittels eines Pyknometers bei 22° C. mit einer Menge von 1·384 Gramm bestimmt, $d = 4{\cdot}045$; für das Pulver aus der Schmelze 2 $d = 4{\cdot}012$; daher ist das specifische Gewicht des reinen künstlichen Korunds im Durchschnitt gleich 4·03. Die Grösse der Korundkryställchen schwankt von äusserst kleinen Mikrolithen angefangen bis zu Blättchen, deren Durchmesser 1·5 Millimeter erreicht. Je stärker das Magma mit Thonerde übersättigt ist und je länger und langsamer dieses krystallisirt, desto grössere Korundkrystalle erhält man. Bei sehr starker Uebersättigung und sehr raschem Erkalten der Schmelze bildet sich blos sehr feines Pulver (Versuch 4 *b*). Die Form und Grösse der Kryställchen hängt auch unter anderem von ihrer Lage in der Schmelze ab; so z. B. sind sie in der Schmelze 2 in der Mitte dicker und regelmässiger, aber kleiner, dagegen bilden sich in der Peripherie grosse, aber unregelmässige Blättchen. Diese Erscheinung erklärt sich in der Weise, dass wegen der Auflösung der Tiegelwände der Zufluss der Thonerde zu den Peripherietheilen reichlicher war, als zu den centralen Theilen. Im allgemeinen sind die Korundkryställchen desto regelmässiger, je kleiner sie sind.

In optischer Beziehung zeigen sie starke Lichtbrechung, wodurch sie sich scharf von anderen Bestandtheilen der Schmelze unterscheiden. Isolirte Blättchen, die nach dem Pinakoid entwickelt sind, sind isotrop, geben aber im polarisirten Lichte eine einachsige Interferenzfigur; optisch sind sie negativ (—). Auf einigen dickeren Kryställchen konnte man ein bemerkbares Auseinandergehen der Arme des schwarzen Kreuzes und eine Hyperbelbildung sehen, und alsdann scheinen die Kryställchen zweiachsig zu sein, eine Erscheinung, die auch von natürlichen Korundkrystallen angeführt wird.[1])

Die mikroskopische Untersuchung des isolirten Korundpulvers liess unter seinen Kryställchen mehrere Typen unterscheiden, die grösstentheils den in der Natur vorkommenden Korundkrystallen analog sind. Da die vorherrschende Fläche gewöhnlich diejenige des

[1]) Tschermak, M.-P. M. 1878, Bd. I, pag. 362.

Digitized by Google

Pinakoids ist, so unterscheiden wir die Krystalltypen nach der Begrenzung des letzteren, welche durch Combination mit anderen Flächen bedingt wird.

1. Sechseckiges Pinakoid. Dünne hexagonale Blättchen, die eine Combination [1]) des vorherrschenden Pinakoids *c* (0001) mit dem sehr schwach entwickelten Prisma *a* ($11\bar{2}0$) bilden. Auf dem letzteren ist eine der Combinationskante $c:a$ parallele Streifung zu sehen. Das Rhomboëder ist auf diesen Blättchen nicht bemerkbar. Kryställchen von diesem Typus bilden sich in sauren Magmen zugleich mit Sillimanit (Fig. 1, Tafel II); sie wachsen gewöhnlich zu Aggregaten zusammen, wobei die Contactfläche diejenige des Prismas ist; selten führen sie Einschlüsse, werden aber oft von Sillimanitnadeln durchstossen; auf der Pinakoidfläche fehlt die für andere Kryställchen recht charakteristische Streifung gänzlich oder ist nur selten. Diese Kryställchen erinnern an den prismatischen Typus der Korundkrystalle (nur mit *c* und *a*), die im Ural (Ilmengebirge) im Verein mit Orthoklas gefunden werden.

2. Vieleckiges abgerundetes Pinakoid. Die Kryställchen bilden Blättchen mit neuneckigem Pinakoid; man kann sie als eine Combination des stark entwickelten Pinakoids mit dem Rhomboëder und der Pyramide zweiter Ordnung: *c* (0001), *r* ($10\bar{1}1$), *n* ($22\bar{4}3$) betrachten. Derartige Kryställchen haben sich bei sehr langsamer und anhaltender Krystallisation (10 Wochen lang) in einem schwach mit Thonerde übersättigten Magma (Versuch 2) gebildet. Die Zwillingsbildung mit gemeinschaftlicher Pinakoidebene und einspringenden Winkeln kommt häufig vor. Einschlüsse sind selten; letztere sind manchmal kranzförmig, ähnlich den Leuciteinschlüssen vertheilt (Fig. 2, Tafel II).

3. Dreieckiges Pinakoid. Dieser Krystalltypus ist mit dem rhomboëdrischen Typus der natürlichen Rubine [2]) vollkommen identisch und unterscheidet sich durch das ziemlich stark entwickelte Rhomboëder *r* ($10\bar{1}1$) und seine Dicke. Mitunter ist das Rhomboëder so entwickelt, dass es als vorherrschende Form vorkommt, der das Pinakoid untergeordnet ist (Fig. 4, oben, Tafel II). Hier sind

[1]) Bezeichnung der Flächen nach Prof. Bauer in seiner neuesten Arbeit über Birma-Rubine. N. J. f. M., 1896, Bd. II, pag. 197.

[2]) Naumann-Zirkel, Elem. d. Mineralogie, 1881, pag. 332; M. Bauer, l. c. pag. 211.

Digitized by Google

besonders zwei Combinationen zu erwähnen: *a)* Pinakoid mit Rhomboëder: *c* (0001), *r* ($10\bar{1}1$) oder umgekehrt; *r* ($10\bar{1}1$), *c* (0001); *b)* Pinakoid, Rhomboëder und Deutero-Pyramide: *c* (0001), *r* ($10\bar{1}1$), *n* ($22\bar{4}3$). Derartige Kryställchen (Fig. 3, 4, 5, Tafel II) sind mit den von Frémy und Verneuil[1]) erhaltenen und von Des Cloizeaux[2]) beschriebenen identisch. Hiezu muss man auch die sehr selten vorkommenden winzigen Kryställchen, die Dihexaëder *n* ($22\bar{4}3$) ohne Pinakoid und Rhomboëder (Fig. 3 von oben, Tafel II) bilden, mitrechnen. Die Rhomboëderkryställchen haben sich in grosser Anzahl in den Schmelzen 1 und 2, welche 30 und 16·6 Procent Korund enthielten, gebildet. Auf der Pinakoidfläche ist recht oft eine charakteristische Streifung sichtbar, die aus drei den Combinationskanten des Pinakoids mit dem Rhomboëder (Fig. 4, Tafel II) parallelen Streifensystemen besteht; in anderen Fällen ist das Pinakoid vollständig glatt und eben (Fig. 3, Tafel II). Einschlüsse runder oder unregelmässig gestreckter, porenähnlicher Gestalt, mitunter mit Glaskügelchen ausgefüllt, sind öfters in Dreieckform, parallel der Pinakoidperipherie vertheilt (vergl. Fig. 4 und 5, Tafel II). Die Rhomboëderflächen sind nicht immer eben; oft lassen sich treppenförmige Absätze beobachten (Fig. 4, 5, Tafel II), die, gleich der Pinakoidstreifung, durch den blätterigen Aufbau der Kryställchen bedingt sind. Prof. Bauer (l. c.) beschreibt eine ganz ähnliche Streifung und Abstufung der Birma-Rubine.

4. Unregelmässiges Pinakoid. Bei sehr starker Uebersättigung bildet Korund ziemlich grosse, aber unregelmässige Blättchen bis 1·5 Millimeter im Durchmesser. Diese Blättchen unterscheiden sich immer durch eine stark ausgeprägte Streifung und zahlreiche Einschlüsse in Form von Poren, Canälen u. dergl. Die Streifen schneiden sich unter einem Winkel von 60 Grad, indem sie gleichseitige Dreiecke bilden und immer den Kanten *c*:*r* parallel sind. Die Rhomboëderflächen sind selten regelmässig und nie scharf erkennbar ausgebildet. Die Blättchen bilden Zwillinge mit einspringenden Winkeln (Fig. 6, Tafel II). Völlig analoge Kryställchen sind auch von Frémy und Feil[3]) erhalten worden.

---

[1]) Frémy et Verneuil, C. r. CVI, 1888, pag. 565.

[2]) Des Cloizeaux, ibid. pag. 567.

[3]) Frémy et Feil, l. c. Vergl. auch Bourgeois, Repr. art. d. min. Pl. VII.

Digitized by Google

Aus dieser Zusammenstellung ist leicht ersichtlich, dass sich in Thonerdesilicatmagmen verschiedene, in der Natur vorkommende Typen der Korundkrystalle bilden können: der prismatische, rhomboëdrische und pyramidale[1]); es ist aber unschwer zu bemerken, dass sich künstliche Individuen von den natürlichen im allgemeinen durch eine sehr starke Ausbildung des Pinakoids und eine sehr schwache des Prismas unterscheiden. Merkwürdig ist die Bildung des rhomboëdrischen Krystalltypus, welche ich einzig in Anorthit-Nephelin- (d. i. basischen) Magmen beobachtet habe; in denselben können sich, wenn auch selten, kleine Dihexaëder bilden (Schmelzen: 1, 2). Dagegen scheinen saure Magmen (Albit-, Liparit-) fähig zu sein, Korund blos in hexagonalen Blättchen (ohne Rhomboëder und mit sehr kurzem Prisma), die qualitativ mit dem prismatischen Typus des natürlichen Korunds zu vergleichen sind, auszuscheiden. Dieses Resultat, welches den Einfluss der chemischen Zusammensetzung des Mediums auf den Habitus der sich bildenden Krystalle[2]) zeigt, ist auch insofern interessant, als Beispiele, die in der Natur vorkommen und seine Richtigkeit bestätigen, unten angeführt werden können.

Beim Isoliren des Korunds mit Hilfe der Fluss- und Schwefelsäure bildeten sich oft auf seinen Blättchen Aetzfiguren in Gestalt von regelmässigen dreieckigen und unregelmässigen viereckigen Vertiefungen. Erstere konnte man immer in der Mitte der Blättchen, letztere an der Peripherie bemerken. Nach Bauer (l. c. pag. 214) bilden sich auf dem Pinakoid dreiseitige, auf den Pyramidenflächen unregelmässige vierseitige Aetzfiguren.

Spinell. In den untersuchten Schmelzen zeigt Spinell immer isotrope Kryställchen oder der chemischen Zusammensetzung gemäss verschiedenfarbige Körner. Jedenfalls muss man auch hier bemerken, dass, je kleiner die Kryställchen sind, sie auch desto regelmässiger sind. Vollständig farblose Oktaëder bilden sich in eisenfreier Schmelze (Versuch 6). Spinell (Chlorospinell), der Eisenoxyd enthält, ist im durchfallenden Lichte gelb; wenn er dagegen gleichzeitig mit Magnesia Eisenoxydul oder Oxydul und Oxyd zusammen enthält, dann ist er grün (Pleonast); sehr eisenreicher Spinell (Hercynit) ist vollkommen undurchsichtig und schwarz. Wir stellen die physika-

[1]) Naumann-Zirkel, l. c.; M. Bauer, l. c.

[2]) Vergl. Becke, Aetzversuche am Fluorit. T. M. P. M., Bd. XI, 1890, pag. 418.

Digitized by Google

lischen Eigenschaften der isolirten Spinelle und ihre mikroskopischen Eigenthümlichkeiten im Verein mit der chemischen Zusammensetzung wie folgt zusammen (vergl. Analysentabelle II):

1. Chlorospinell von der Zusammensetzung: $8\,MgAl_2O_4 . MgFe_2O_4$ (Analyse 9). Das dunkelgrüne Pulver mit gelbem Stiche besteht unter dem Mikroskop aus durchsichtigen, gelblichen regulären Oktaëdern bisweilen mit Glaseinschlüssen. Auf manchen derselben ist die Abstumpfung der Oktaëderkanten durch sehr schmale Granatoëderflächen: (111), (110) deutlich sichtbar. Die Kryställchen unterscheiden sich vom Glase scharf infolge ihrer hohen Lichtbrechung (Fig. 1, Tafel III). Die einfache und doppelte Zwillingsbildung ist hier häufig zu bemerken. Das specifische Gewicht dieses Spinells konnte wegen der äusserst geringen Menge des Pulvers nicht genau bestimmt werden.

2. Chlorospinell von der Zusammensetzung: $13\,MgAl_2O_4 . MgFe_2O_4$ (Analyse 10). Das Pulver ist heller wie das obenerwähnte; die Kryställchen bilden ganze Aggregate von verwachsenen kleinen Oktaëdern. Das specifische Gewicht, mit der Menge 0·54 Gramm bestimmt, ist gleich 3·45 bei 19 Grad Celsius.

3. Pleonast: $7\,MgAl_2O_4 . FeAl_2O_4$ (Analyse 11). Das Pulver ist schwarz; unter dem Mikroskop grüne und dunkelgrüne Oktaëderaggregate und fast undurchsichtige Körner (Fig. 1, Tafel V). Das specifische Gewicht des Pulvers, bestehend aus 73·4 Procent Pleonast und 26·6 Procent Sapphir, ist bei 22 Grad Celsius gleich 4·029 ($m = 1{\cdot}5655$ Gramm). Indem wir die Korundmasse gleich 4 annehmen, finden wir das specifische Gewicht des Pleonasts, welches bei 22 Grad Celsius ungefähr 4·05 beträgt.

4. Pleonast von der Zusammensetzung: $4MgAl_2O_4 . 2(Fe,Mn)Al_2O_4 . {}^1/_4 FeFe_2O_4$ (Analyse 12). Unter dem Mikroskop dunkelgrüne Oktaëder- und schwarze Körneraggregate, wobei letztere vorwiegen (vergl. Fig. 6, Tafel V). Das specifische Gewicht des Gemenges, das aus 11·2 Procent Korund und 88·8 Procent Pleonast besteht, ist bei 22 Grad Celsius gleich 3·85, woraus das specifische Gewicht des Spinells bei derselben Temperatur = 3·83.

5. Schwarzer Spinell, dessen Zusammensetzung durch die Formel $4FeAl_2O_4 . MgAl_2O_4$ (Analyse 13) ausgedrückt wird, zeigt unter dem Mikroskop undurchsichtige Körner, seltener kleine dunkelgrüne Oktaëder. Wegen des hohen (84 Procent) Eisenaluminatgehaltes

Digitized by Google

muss man diesen Spinell als Hercynit betrachten. Das specifische Gewicht konnte nicht bestimmt werden.

Sillimanit kommt immer als gestreckte dünne rhombische Prismen, die durchsichtig und farblos sind (Fig. 1, Tafel II), vor. Der optische Charakter der Prismen ist immer positiv (+), die Auslöschungsrichtung gerade, die Doppelbrechung stark. Die Säulchen kreuzen sich gewöhnlich miteinander, wachsen zu Aggregaten zusammen u. dergl.; die Prismenlänge 0·1—0·2 Millimeter.

6. Krystallisation des Cordierits im Andesitmagma.

(Fig. 2, Tafel III.)

In einer Schmelze, die ihrer chemischen Zusammensetzung nach manchen Augitandesiten nahe kommt, wurden zahlreiche regelmässige kurzprismatische Kryställchen erhalten, welche bei eingehender Untersuchung sich als Cordierit erwiesen haben. Diese Kryställchen besitzen die Form hexagonaler, vollkommen durchsichtiger und farbloser Prismen, sind schwach lichtbrechend, zeigen eine gerade Auslöschungsrichtung und optisch negativen (—) Charakter[1]; die Interferenzfarben sind weiss erster Ordnung (etwas stärker wie beim Nephelin). Die zur Prismenzone senkrechten Durchschnitte zeigen entweder reguläre Sechsecke oder häufiger Vielecke mit einspringenden Winkeln; zwischen gekreuzten Nicols zerfallen sie immer in mehrere (manchmal über sechs) Theile, die im Durchschnittscentrum zusammenstossen. Diese dem Cordierit eigene Erscheinung erklärt sich, wie bekannt[2]), durch die aragonitähnliche Zwillingsverwachsung und die Bildung pseudohexagonaler Prismen, die aus drei, sechs und mehr rhombischen Individuen zusammengesetzt sind. Salzsäure, sogar heisse, wirkt auf sie nicht merkbar ein; in Fluss- oder Kieselfluorwasserstoffsäure aber zerlegen sie sich leicht, wobei sich charakteristische Rhomboëder von kieselflussaurer Magnesia ausscheiden. Ausser diesen nach allen angeführten Angaben mit Cordierit identischen Kryställchen haben sich in der glasigen Schmelze noch kleine, aber sehr regelmässige Spinelloktaëder, Feldspath- (Labrador) Prismen und Augitmikrolithe ausgeschieden. Obwohl ich an dieser

[1]) Diese Eigenschaften erinnern so stark an Nephelin, dass ich anfänglich die beschriebenen Kryställchen für dieses Mineral gehalten habe.

[2]) Rosenbusch, Mikr. Physiogr., 1892, I, pag. 476.

Digitized by Google

Stelle eine genauere Beschreibung der Schmelze unterlasse, muss ich doch schon jetzt ihre auffallende Aehnlichkeit mit einer sehr interessanten Gesteinsart („dem Cordierit-Vitrophyrit"), die von Molengraaff[1]) beschrieben ist und aus Cordierit, Spinell, Augitmikrolithen und Glasbasis besteht, erwähnen. Vergleichen wir die Beschreibung und Abbildung von Molengraaff mit der Photographie der Schmelze, die in Fig. 2, Tafel III abgebildet ist, dann können wir uns überzeugen, dass die mikroskopischen Eigenthümlichkeiten der im Gestein, wie in der Schmelze vorkommenden Cordieritkryställchen identisch sind. Diese Aehnlichkeit ist umso ausgesprochener, als sich beide Producte, das natürliche wie das künstliche, in einem chemisch analogen Magma gebildet haben. Molengraaff führt in seiner recht interessanten Arbeit die allgemeine Zusammensetzung des von ihm beschriebenen Gesteins an und vergleicht es mit der Analyse des Cordieritandesits, der von Osann[2]) untersucht worden ist. Beide cordieritführenden Gesteine lassen eine volle qualitative und zum Theil auch quantitative Aehnlichkeit miteinander und mit der Schmelze, wie aus der Tabelle VIII ersichtlich ist, erkennen.

Tabelle VIII.

	17	17*a*	17*b*
SiO_2	60·14	64·54	63·75
TiO_2	—	0·79	—
Al_2O_3	18·10	19·16	17·62
$Fe_2O_3 + FeO$	6·80	7 23	6·26
CaO	5·80	2·47	2·50
MgO	5·15	3·39	3·41
K_2O	1·18	1·13	2·40
Na_2O	2·39	0·57	1·75
H_2O	—	2·25	2·77
	99·56	101·53	100·46

$$(K_2O + Na_2O + CaO) : MgO : Al_2O_3 : SiO_2 = \overbrace{0{\cdot}8 : 0{\cdot}7 : 1 : 5{\cdot}5}^{17};$$

$$\overbrace{0{\cdot}37 : 0{\cdot}4 : 1 : 5{\cdot}6}^{17a}; \quad \overbrace{0{\cdot}6 : 0{\cdot}47 : 1 : 6{\cdot}2}^{17b}.$$

[1]) G. A. F. Molengraaff in Amsterdam, Cordierit in einem Eruptivgestein aus Südafrika (hiezu Holzschnitt). N. J. f. M., 1894, I, pag. 79.

[2]) A. Osann, Ueber den cordieritführenden Andesit vom Hoyazo. Zeitschr. d. d. geol. Ges. XL, 1888, pag. 701.

Digitized by Google

17. Die Zusammensetzung der Schmelze, in welcher sich Cordierit ausgeschieden hat; das Mittel aus zwei ganz übereinstimmenden Analysen.

17 *a*. Die Zusammensetzung des Cordierit-Vitrophyrits von Molengraaff.

17 *b*. Die Zusammensetzung des cordieritführenden Andesits nach Osann.

Die angeführten molekularen Verhältnisse beweisen, dass in allen drei Fällen das Verhältnis der Alumosilicatbasen zur Thonerde kleiner wie eins ist, und folglich in allen drei Magmen, der oben festgestellten Regel nach, eine Ausscheidung der überschüssigen Thonerde in Spinellform stattfinden musste, weil sie gleichzeitig bedeutende Magnesiamagmen enthalten. Die Ausscheidung des Thonerdeüberschusses wird in der That in allen Magmen, aber nicht überall in einer und derselben Form, wahrgenommen: in der Schmelze hat er sich in Form von Magnesium- und Eisenaluminat (Spinell) und Magnesiumthonerdesilicat (Cordierit), im Molengraaff'schen Vitrophyrit in derselben Form ausgeschieden; dagegen im Osann'schen Andesit in Cordierit- (und Sillimanit-) Form.[1]) Ist die Cordieritzusammensetzung: $2\,MgO.2\,Al_2O_3.5\,SiO_2$ [2]), so können wir sein Molekül als eine Verbindung von Aluminat mit Kieselsäure: $2\,MgAl_2O_4.5\,SiO_2$, das Sillimanitmolekül dementsprechend als $Al_2O_3\,.\,SiO_2$ betrachten; die erste Verbindung könnten wir als kieselsaures Aluminat, die zweite als kieselsaure Thonerde bezeichnen. Diese Voraussetzung kann so lange für eine wahrscheinliche gehalten werden, bis die chemische Constitution der erwähnten Verbindungen genau festgestellt ist. Diese Auffassungsart der Cordierit- und Sillimanitzusammensetzung ist für uns insofern bequem, als sie auf einen gewissen Zusammenhang der Bedingungen, bei welchen sich diese Minerale mit Spinell und Korund gleichzeitig in dem Magma bilden, hindeutet. Vorhin haben wir gesehen, dass die wichtigste von diesen Bedingungen in Bezug auf Korund, Spinell und Sillimanit der Thonerdeüberschuss ist. Aus der Analysentabelle VIII bemerken wir auch, dass sich diese Bedingung ebensowohl auf die Cordieritbildung bezieht und dass zwischen diesem Mineral und dem in der Natur so oft mit ihm zu-

[1]) Osann, l. c. Sillimanit bildet hier blos Einschlüsse im Cordierit und entsteht möglicherweise aus dem letzteren durch Zersetzung.

[2]) Naumann-Zirkel, E. d. Mineralogie, 1881, pag. 621.

Digitized by Google

sammen vorkommenden Korund, Spinell und Sillimanit ein enger, genetischer Zusammenhang existirt. Indem wir die Analogie der Korund- (Al_2O_3) mit der Sillimanit- ($Al_2O_3 . SiO_2$) Zusammensetzung einerseits und diejenige des Spinells ($MgAl_2O_4$) und des Cordierits ($2\,MgAl_2O_4 . 5\,SiO_2$) andererseits ins Auge fassen, können wir a priori behaupten, dass für den letzteren, ausser der überschüssigen Thonerde, noch ein gewisser Kieselsäureüberschuss in dem Magma (dem Sillimanit ähnlich) und die Gegenwart von Magnesia (dem Spinell ähnlich) nothwendig ist, oder überhaupt, dass zwischen Cordierit und Spinell eine ebensolche genetische Abhängigkeit existirt, wie zwischen Sillimanit und Korund.

Einem von uns bereits angeführten Satze entsprechend, findet die Sillimanitbildung dann statt, wenn die molekulare Menge der Kieselsäure im Magma ungefähr 6mal grösser ist als diejenige der Basen, die in Alumosilicatform gebunden sind. Es ist unschwer zu bemerken, dass diese Bedingung in allen drei Magmen, deren Zusammensetzung wir in der Tabelle VIII anführen, erfüllt ist. Die Schmelze und die natürlichen Gesteine sind freilich nicht in allem miteinander zu vergleichen, weil letztere ziemlich bedeutende Mengen von Wasser (2·25 Procent und 2·77 Procent) enthalten, dessen chemische Rolle wir uns nicht mit genügender Bestimmtheit vorstellen können. Jedoch sind im allgemeinen diese Magmen ein und derselben Art (im petrographischen Sinne); sie enthalten beinahe gleiche Mengen von Kieselsäure, Thonerde und Eisenoxyde, sehr wenig Alkalien und verhältnismässig viel Magnesia, da ihre (molekulare) Menge grösser ist als diejenige jeder anderen einzeln oder bisweilen insgesammt genommenen Base (16*a*). Das Verhältnis der Basen (K_2O, Na_2O, CaO) zur Kieselsäure bei 17 ist gleich 1:7, bei $17\,a = 1:15$, bei $17\,b = 1:10$ in der Voraussetzung, dass das Wasser in den Gesteinen secundärer Natur ist. Allerdings sind in allen drei Magmen Kieselsäure, Thonerde und Magnesia, das heisst Bestandtheile des Cordierits, vorherrschend.

Der Löslichkeit des Cordierits in Flussäure und der Unlöslichkeit der Schmelze in Salzsäure wegen ist seine Trennung und quantitative Bestimmung in der Schmelze leider nicht möglich. Dem Thonerdeüberschusse bei 17 (Tab. VIII) und der obenerwähnten Cordieritzusammensetzung nach finden wir seine Menge in der Schmelze als circa 10 Procent, jedoch kann dieselbe in Wirk-

Digitized by Google

lichkeit eine andere sein, weil der Ueberschuss an Thonerde, wie oben gezeigt, grösser ist (ein Theil des Kalks ist unzweifelhaft zur Bildung des Augits benutzt worden); andererseits aber ein Theil der überschüssigen Thonerde in Spinellform ausgefallen ist.[1]) Weshalb sich statt Cordierit kein Spinell und Sillimanit bildet, wie dies zu erwarten wäre, bleibt auch noch unentschieden. Aller Wahrscheinlichkeit nach hängt dies von der ziemlich schwachen Uebersättigung des Magmas mit Thonerde in den drei angeführten Fällen ab, das heisst überhaupt von der chemischen Massenwirkung, worüber uns jedoch ein einzelner Versuch nicht völlige Klarheit bringen kann. Auf Grund der thatsächlichen Daten, die in der Tab. VIII zusammengestellt sind, können wir nur mit Gewissheit sagen, dass sich Cordierit zugleich mit Spinell bilden kann, wenn das Magma an Magnesia reich und gleichzeitig mit Thonerde und Kieselsäure übersättigt ist. Statt unseres Satzes 4 auf Seite 57 sind wir berechtigt, eine allgemeine Regel, welche die Bedingungen der Korund-, Spinell-, Sillimanit- und Cordieritbildung zusammenfasst, aufzustellen, und zwar in folgender Weise:

Uebersättigte Alumosilicatmagmen, deren allgemeine Zusammensetzung $MeO.mAl_2O_3.nSiO_2$ ($Me = K_2, Na_2, Ca$; $n \overline{>} 2$) ist, scheiden beim Krystallisiren den ganzen Ueberschuss (m—1) an Thonerde aus: *a)* in Korundform, wenn sie gleichzeitig keine Magnesia (und Eisenoxydul) enthalten und wenn $n < 6$; *b)* in Sillimanit- (oder Sillimanit- und Korund-) Form, wenn $n > 6$; im Falle, wo diese Magmen reich an Magnesia (und Eisenoxydul) sind, scheidet sich die überschüssige Thonerde aus: *c)* in Spinellform (oder Spinell- und Korund-), wenn $n < 6$; ist dagegen $n > 6$, dann hauptsächlich, *d)* in Cordieritform oder Cordierit und Spinell. Es ist begreiflich, dass auch im letzteren Falle die Bildung von Sillimanit und Korund zugleich, in Abhängigkeit von verschiedenen quantitativen Verhältnissen der überschüssigen Thonerde zu Magnesia und Kieselsäure, möglich ist.

[1]) Bei nicht allzulangem Schmelzen der gepulverten Schmelze mit $KNaCO_3$ bleibt ungefähr 3 Procent Spinell zurück.

Digitized by Google

7. Anwendung der erhaltenen Resultate auf die Geologie.

Die unser Interesse hier in Anspruch nehmenden Minerale (Korund, Spinell, Sillimanit und Cordierit) finden sich ziemlich oft in eruptiven Gesteinen. Die petrographische Literatur deutet darauf hin, dass man diese Minerale für echte primäre Magmenausscheidungen halten müsse; aber den meisten Beobachtungen nach steht ihre Bildung in den Laven mit Contacterscheinungen und mit den Einschlüssen fremder Minerale, deren Stücke von aussen vom aufströmenden Magma aufgenommen werden, in Verbindung. Diese Stücke lösen sich vollständig oder theilweise im Magma, welches sich mit neuen Elementen bereichert und später neue Krystallisationsproducte, unter denen unsere Minerale die Hauptrolle spielen, liefert. In beiden angeführten Fällen ist ihre Ausscheidung aus dem (primären oder wegen der Resorption der Einschlüsse veränderten) Magma ein und denselben Gesetzen unterworfen und hängt hauptsächlich von seiner chemischen Zusammensetzung ab.

Ehe wir zur Uebersicht der hiezu gehörenden geologischen Beobachtungen übergehen, will ich mich zu zeigen bemühen, inwiefern verschiedene Typen der in der Natur meist verbreiteten Magmen, Korund, Spinell, Sillimanit und Cordierit auszuscheiden fähig sind. Auf Grund der oben auseinandergesetzten experimentellen Untersuchungen sind wir zum Schlusse gelangt, dass die Bildung dieser Minerale in künstlich hergestellten Magmen vorzugsweise und diejenige des Korunds ausschliesslich von der Uebersättigung mit Thonerde (vergl. pag. 57) abhängt. Wir haben gesehen, dass in den mit Thonerde gesättigten Magmen das Verhältnis der Basen (K_2O, Na_2O, CaO), die beständige Alumosilicatverbindungen bilden, zur Thonerde gleich eins ist, in übersättigten ist das Verhältnis kleiner, in ungesättigten grösser wie eins. Nur übersättigte Magmen sind fähig, bei der Krystallisation freie Thonerde auszuscheiden. Ein gesättigtes Alumosilicatmagma zerfällt hauptsächlich in Thonerdesilicate (Feldspathe, Nephelin, Feldspathoide, Biotit, wenn Magnesia enthalten ist; ebenso im letzteren Falle in unbeträchtliche Mengen Olivin, Pyroxen u. a.). Die Bildung von Pyroxenmineralen mit Thonerdesilicaten zugleich ist in ungesättigten Alumosilicatmagmen in desto grösserer Menge möglich, je niedriger der Sättigungsgrad ist. Falls Basen im Ueberschuss vorhanden sind, werden blos diejenigen von

Digitized by Google

ihnen in Alumosilicatform gebunden, welche in Beziehung zur Thonerde sich durch eine grössere chemische Affinität auszeichnen [1]), und zwar die Alkalien und ein Theil des Kalks; der andere Theil des Kalks bildet Silicate, die keine Thonerde oder sie in unbestimmbaren Mengen (vorzugsweise Pyroxen, in der Natur auch Hornblende) enthalten. Magnesia und Oxyde des Eisens, die beim Aufbau der gesteinsbildenden Alumosilicate nicht betheiligt sind (mit Ausnahme von Biotit, welcher Tschermak's Meinung nach als eine Verbindung des Kalithonerdesilicats mit dem Magnesiumorthosilicat angesehen werden kann), können auf die Ausscheidung freier Thonerde keinen wesentlichen Einfluss haben.

Tabelle IX.

Gesättigtes Magma	$(K_2O + Na_2O + CaO)$	Al_2O_3	1	$H_2O\%$	$Al_2O_3\%$
Liparit, Island [2])	1·23	1·19	1·03	—	12·0
1. Rhyolith, Ungarn	1·18	1·25	0·94	0·6	12·8
2. Rhyolith, Mont Dore . . .	1·33	1·40	0·95	0·96	14·5
3. Trachyt, Drachenfels . . .	1·55	1·70	0·91	0·6	17·5
4. Trachyt, Auvergne	1·81	2·05	0·88	0·8	20·9
5. Phonolith, Zittau	2·30	1·90	1·20	1·2	19·7
6. Phonolith, Bilin	2·76	2·12	1·30	1·9	21·6
7. Amph.-Glimm.-Andesit, Eifel	1·92	2 06	0·93	—	21·0
8. Amph.-Glimm.-Andesit, Java	1·85	2·01	0·88	—	20·5
9. Augit-Andesit, Anden . . .	1·70	1·53	1·11	0·3	15 6
10. Augit-Andesit, Java	1·99	1·53	1·30	—	15·7
11. Basalt, Aetna	2·58	1·80	1·43	—	18·5
12. Basalt, Pantelleria	2·12	1·44	1·47	0·45	14·8

Mit Thonerde übersättigte Alumosilicatmagmen kommen in der Natur sehr selten vor, sie existiren aber doch, wie wir es weiter unten sehen werden. Die meisten natürlichen Magmen gehören zu den mit Thonerde gesättigten oder ungesättigten Typen, wie aus der Tabelle IX ersichtlich, wo das Verhältnis der Basen *(K_2O, Na_2O, CaO)* zur Thonerde in verschiedenen am häufigsten verbreiteten

[1]) Aluminate bilden sich äusserst leicht, Alkalithonerdesilicate (Orthoklas, Albit, Plagioklase, Leucit, Nephelin, Glimmer u. a.) sind in der Natur recht verbreitet, Thonerde ist im geschmolzenen Nephelin leichter als im Anorthit löslich u. s. w.

[2]) Vergl. oben pag. 72.

Digitized by Google

Magmen angegeben ist. Bei der Auswahl der Beispiele habe ich besonders darauf geachtet, dass die Gesteinsarten typisch und frisch seien, weil vom Wassergehalt, der hier nicht in Rechnung gezogen werden kann, die Grösse des ausgerechneten Verhältnisses abhängt. Damit die Zusammenstellung möglichst vollständig erscheine, sind blos echt vulcanische Gesteine, das heisst Laven, die verschiedene Thonerdemengen enthalten, gewählt worden. Die zur Berechnung dienenden Analysen sind dem Werke von Prof. Zirkel[1]) entnommen. Da alle in der Tabelle angegebenen Gesteine grössere oder kleinere Wassermengen (wo Wasser nicht angegeben, ist die Analyse auf 100 berechnet, oder Wasser wurde gar nicht bestimmt) enthalten, können die bei der Berechnung enthaltenen Zahlen nur relativen Wert besitzen. Sollten wir annehmen, das in den Gesteinen anwesende Wasser vertrete die ausgelaugten Basen im Aequivalentverhältnis, so würden die in der Spalte 3 aufgeführten Zahlen grösser sein; sie kämen dann nicht nur bis zur Einheit hinauf, sondern auch etwas darüber. So z. B. würde für Trachyt aus der Auvergne statt 0·88 die Grösse 1·07 zu stellen sein, für den Drachenfels'schen Trachyt statt 0·91 müssten wir 1·14 angeben, für den ungarischen Rhyolith 1·2 statt 0·94 u. s. w. Da wir aber aus den vorliegenden Analysen die Natur des in den gesteinsbildenden Thonerdesilicaten vorhandenen (secundären) Wassers (sei es Constitutions- oder Krystallwasser) nicht beurtheilen können, so sind wir auch nicht berechtigt, die erwähnten Berichtigungen einzuführen. Es unterliegt doch keinem Zweifel, dass in hydratisirten Silicaten ein Theil des Wassers Basen vertritt, wie z. B. in kaolinisirten Feldspathen. Jedenfalls muss auf Grund der Zahlen in Tab. IX angenommen werden, dass im Liparit (Rhyolith), Trachyt und im Amphibol-Glimmer-Andesit das Verhältnis der Basen zur Thonerde (sogar beim gegenwärtigen Zustande dieser Gesteine) der Einheit nahekommt oder ihr fast gleich ist (isländischer Liparit, Rhyolith vom Mont Dore), das heisst diese Gesteine stellen gesättigte Alumosilicatmagmen vor, dagegen muss man Phonolithe, Augit-Andesite und Basalte den mit Thonerde nicht völlig gesättigten Magmen zutheilen. Daraus ist ersichtlich, dass

[1]) F. Zirkel, Lehrbuch der Petrographie, 1894, B. II: 1. pag. 250, III; 2. pag. 250, VIII; 3. pag. 378, I; 4. pag. 378, V; 5. pag. 446, I. g.; 6. pag. 446, III *g*; 7. pag. 608, II; 8. pag. 608, V; 9. pag. 819, VIII; 10. pag. 819, II; 11. pag. 901, IX; 12. pag. 901, VIII.

Digitized by Google

liparit-trachytische und manche Andesitmagmen unfähig sind, Thonerde in grossen Mengen aufzulösen, ohne sie bei der Krystallisation wieder in freier Form auszuscheiden; phonolithische und basaltische Magmen aber können Thonerde bis zur Sättigung absorbiren, ohne sie wieder auszuscheiden, wobei sie auf Grund des Satzes 3, pag. 56 vom Phonolithmagma viel leichter wie vom Basaltmagma aufgelöst wird. Dieses wird sowohl durch die Versuche von Prof. Lagorio[1]) über die Löslichkeit des Korunds in Trachyt- und Andesitmagmen bestätigt, welche auf ihn bedeutend schwächer wie z. B. Glas der Zusammensetzung $Na_2O \,.\, 2SiO_2 + K_2O \,.\, 2SiO_2$ wirken, wie auch durch eine ganze Reihe von meinen Beobachtungen, die darauf hindeuten, dass mit Thonerde gesättigte Magmen keine sichtbare Wirkung auf Tiegelwände ausüben, während dieselben von basaltischen Mischungen bei denselben Bedingungen leicht angegriffen werden. Mit anderen Worten, schon eine unbeträchtliche Bereicherung des rhyolith-trachytischen und Andesitmagmas mit Thonerde kann ihre Ausscheidung in freier Form hervorrufen, sie bleibt aber in Alumosilicatform in Phonolith- und Basaltmagmen assimilirt.

Daher ist es zu erwarten, dass die Ausscheidung der Thonerde in der Natur (in Korund-, Spinell-, Sillimanit-, Cordieritform u. s. w.) öfter in Liparit (oder Granit-), Trachyt- und Andesitmagmen, wie in Phonolith- und Basaltmagmen zustande kommt; dabei muss sich laut Satzes 4, Seite 57 in sauren und magnesiaarmen Magmen hauptsächlich Sillimanit und Korund ausscheiden (Liparit-, Trachytmagmen), in sauren und magnesiareicheren Cordierit und Spinell (Dacit-, Andesitmagma); in basaltischen Magmen dagegen kann sich und auch nur in seltenen Fällen blos Spinell ausscheiden.

Betrachten wir nun, inwieweit diese Schlüsse mit Beobachtungen in der Natur übereinstimmen. Indem wir jetzt die Frage von der Existenzfähigkeit der primären mit Thonerde übersättigten Magmen unbeachtet lassen, betrachten wir vor allem diejenigen Fälle, in denen gesättigte oder ungesättigte Magmen einen Ueberschuss an Thonerde von aussen annehmen oder in denen sie überhaupt zufällig übersättigt werden. Hier sind zwei Fälle zu unterscheiden: 1. in ein gesättigtes oder ungesättigtes Magma geräth bei ihrem Ausströmen irgend eine an Thonerde reiche Substanz (Thonschiefer, Glimmer-

[1]) Lagorio, Ztschr. f. Kr., 1895, Bd. XXIV, pag. 290, 291.

Digitized by Google

schiefer u. a.), die vom Magma gänzlich oder theilweise aufgelöst wird; 2. aus gewissen Ursachen, die wir hier nicht näher betrachten wollen, zerfällt das Magma seiner chemischen Zusammensetzung nach in heterogene Theile und erhält bei der Krystallisation eine in den zum Gabbrotypus gehörenden Gesteinen (Andesitmagma) so häufig beobachtete sogenannte Schlierenstructur. Im letzteren Falle können sich im Magma mit Thonerde übersättigte Partien bilden und ihre Ausscheidung verursachen, in ähnlicher Weise wie infolge ungleichmässiger Bereicherung mit den entsprechenden Elementen, gewisse Partien in Gabbrogesteinen ausschliesslich als Pyroxenminerale, andere als Feldspath auskrystallisirt sind. Falls der Einschluss vollständig vom Magma resorbirt wird, kann sich auch bei gewissen Bedingungen eine Schliere bilden. Obwohl die Uebersättigung mit Thonerde in beiden Fällen innerhalb gewisser Grenzen und nur stellenweise zu Stande kommt und sich nicht durch die ganze Masse hindurch verbreitet, müsste doch die Ausscheidung der überschüssigen Thonerde hier denjenigen Gesetzen folgen, denen die Krystallisation der durch und durch übersättigten Magmen unterworfen ist.

In der interessanten Arbeit von Lacroix[1]) über Einschlüsse in den vulcanischen Gesteinen finden wir eine Bestätigung des Obengesagten. In Form eines allgemeinen Satzes spricht dieser Forscher davon, dass Einschlüsse von Quarz-Feldspathgesteinen in Trachyten und sauren Andesiten zugleich mit anderen Veränderungen die Bildung von Cordierit, Andalusit, Sillimanit gemeinschaftlich mit Spinell wegen der Zersetzung („déstruction") des sich in diesen Einschlüssen[2]) befindenden Biotits hervorrufen. Cordierit, Spinell und seltener Sillimanit können sich auch in quarzreichen Einschlüssen im Basalt bilden, wenn sich rundherum ein „acide, pauvre en alcalis"[3]) und, fügen wir hinzu, gleichzeitig auch mit Thonerde übersättigtes Magma befindet.

Viele Forscher bemerkten die Ausscheidung von Cordierit und Spinell (seltener Sillimanit) aus dem die Einschlüsse umgebenden Magma, das sie gelöst hat; oder solche Ausscheidungen waren vorhanden, wenn das Magma nur mit thonerdehaltigen Gesteinen in Berührung kam. Was Cordierit und Spinell anbelangt, sind die

[1]) A. Lacroix, Les enclaves des roches volcaniques. Macon, 1893.
[2]) Lacroix, l. c. pag. 602.
[3]) Lacroix, l. c. pag. 587, 590.

Digitized by Google

hieher gehörenden Angaben von Molengraaff[1]) zusammengestellt worden, aus dessen Arbeit wir die nachstehenden Erklärungen entnommen haben. Als Product der chemischen Wirkung des hinaufdringenden Magmas auf die dasselbe umgebenden Gesteine wurde Cordierit an der Contactstelle von Granit und Andalusitschiefer (Rosenbusch, Pelikan), von quarzhaltigem Diorit und andalusithaltigem Hornstein (Diller), von Granit und paläozoischen Schiefern (Kikuchi), von Tonalit und Gneiss und Glimmerschiefer [zusammen mit Spinell] (Salomon, Pelikan), von Granit und Phyllit (Hussak, Schröder), von Granit und Grauwacke (Weber und Hermann), von Granit und Syenit mit Knotenschiefer (Beck), endlich von Basalt und Sandstein (Zirkel) bemerkt; nach Lacroix hatte sich Cordierit auch beim unterirdischen Brand der Kohle in mit Sandstein zusammengeschmolzenem Schieferthone gebildet. Die Bildung des Cordierit und seines „treuen Gefährten" Spinell um oder in den Stellen von fremden Einschlüssen, die theilweise oder vollständig vom Magma gelöst wurden, war ebenfalls oft zu beobachten. Im Falle, dass der Einschluss selbst Cordierit enthält, bildet sich im Magma eine „zweite Generation" des Cordierits. Auf diese Weise hatte sich Cordierit in folgenden Felsarten gebildet: im Basalt um Schiefer und Quarzit herum (Proházka), im Glimmerandesit (Calderon, Hussak, Osann), im Nephelinbasalt mit Graniteinschlüssen (Beyer, Dittmar), in Hornblende-Andesit um krystallinischen Schiefer (K. Vogelsang), im Kersantit (M. Koch), im Trachyt (A. Koch), im Quarztrachyt (vom Rath, K. Vogelsang), im Quarzporphyr und Quarztrachyt (Lotti, d'Achiardi, Dalmer), im Granit (Barrois), in ungarischen Trachyten und Rhyolithen (H. Vogelsang, Szabó), ebensowie im südafrikanischen von Molengraaff beschriebenen Andesitgestein. In den zwei letzten Fällen sind dabei keine Spuren von die Gleichmässigkeit der Gesteine störenden fremden Einschlüssen übrig geblieben, so dass Molengraaff dem erwähnten Andesitgestein den Namen von Cordierit-Vitrophyrit (siehe oben pag. 69) zu geben für möglich gehalten hat. Endlich hat Schroeder van der Kolk[2]) eine ganze Reihe von Gesteinen von den Molukken beschrieben, unter denen sich gleichzeitig Cordierit, Sillimanit und Pleonast enthaltende befinden, nämlich:

[1]) Molengraaff, l. c. pag. 84—90.

[2]) J. L. C. Schroeder van der Kolk, Beiträge zur Kenntnis der Gesteine aus den Molukken. N. J. f. M., 1896, Bd. I, pag. 152.

Digitized by Google

Biotit-Granite und Pyroxen-Dacite. Dabei ist bemerkenswert, dass der Verfasser mit keinem Wort der Bildung genannter Minerale durch Resorption fremder Einschlüsse Erwähnung thut und sie augenscheinlich für echte, primäre Magmenausscheidungen hält.

Aus den angeführten Beobachtungen geht hervor, dass Cordierit (gewöhnlich mit Spinell, seltener mit Sillimanit zusammen) sich in den meisten Fällen als Magmenausscheidung in sauren Gesteinen, Graniten, Rhyolithen, Trachyten, Andesiten vorfindet, die, wie wir oben gesehen, im allgemeinen gesättigte Alumosilicatmagmen sind, in welchen, falls sie einen auch geringen Thonerdeüberschuss von aussen erhalten, die Ausscheidung von Cordierit und Spinell mit grösster Leichtigkeit vor sich gehen kann. Dagegen wird durch die Beobachtungen von Szabó, Molengraaff und Schroeder van der Kolk bestätigt, dass in der Natur primäre mit Thonerde übersättigte Andesit-Rhyolithmagmen vorkommen, aus welchen diese in Gestalt von Cordierit, Spinell (zuweilen Sillimanit) sogar in dem Falle, wo keine fremden thonerdereichen Einschlüsse vorhanden sind, ausfällt. Aus der Tab. IX (pag. 74) ist zu ersehen, dass, wenn das in den Gesteinen enthaltene Wasser nicht in Betracht gezogen wird, alle dort angeführten Rhyolithe, Trachyte und Amphibol-Glimmer-Andesite in geringem Grade übersättigte Magmen darstellen. Dadurch können wir uns die in ihnen so häufig vorkommende Bildung von Cordierit, Spinell (und Sillimanit) im Vergleich zum Basalt erklären, in welchem sie sich ausschliesslich um granitische, thonige oder seltener um quarzitische Einschlüsse ausscheiden und nie als unzweifelhafte Ausscheidungen des primären Magmas (mit Ausnahme von Spinell) beobachtet werden. Ebensowenig sind sie, soweit mir bekannt, aus Phonolithen angeführt. In allen aufgezählten Fällen tritt Cordierit unter den drei genannten Mineralen vorwaltend auf, in Uebereinstimmung mit unserem Satz (pag. 72), dass seine Bildung ausser an die Gegenwart von Magnesia und Thonerdeüberschuss auch noch an reichliche Mengen von Kieselsäure geknüpft ist.

Was speciell den Spinell betrifft, so wurde er ausser in den oben bereits erwähnten Fällen noch als „primärer Gemengtheil von Eruptivgesteinen“[1]) in portugiesischen Eläolith-Syeniten (van Werveke),

[1]) F. Zirkel, l. c. Bd. I, pag. 428.

Digitized by Google

im sogenannten Monzonit, das heisst Augit-Syenit (Lemberg), in Glimmer-Andesiten von Cantal (Rosenbusch), in den azorischen Hornblendeandesiten (Mügge[1]) u. a. beobachtet. Seltener kommt Spinell (Picotit) in Basalten vor, hauptsächlich aber in Form von Einschlüssen im Olivin; seine Anwesenheit in der Grundmasse der Basalte ist von van Werveke (Palma, Canarieninseln), von Wadsworth (Oregon), Bauer (Stempel) und Hussak (Ungarn[2]) constatirt worden. Die Spinell- (Pleonast-, Picotit-) Bildung in Basalten hängt nicht nur von der Thonerdemenge, sondern auch von dem im Magma zuweilen in beträchtlicher Menge vorhandenen Eisen- und Chromoxyd ab, welche in das Spinellmolekül eintreten, ferner von der chemischen Massenwirkung der in den Basalten reichlich vorhandenen Magnesia und des Eisenoxyduls. Bekanntlich kann Eisenoxydul im Hercynit die Magnesia vollständig ersetzen.

Wenn wir schliesslich dem Korund unsere Aufmerksamkeit zuwenden, so ist, in Anbetracht des auf pag. 76 Auseinandergesetzten, seine Bildung in übersättigten Thonerdesilicatmagmen, wie in Granit-, Syenit-, Liparit-, Trachyt- und manchen Andesitmagmen, die nicht besonders magnesiareich sind, zu erwarten. Die Ausscheidung des Korunds (mit Spinell zusammen) kann in Basalten nur in Ausnahmsfällen im Zusammenhange mit der Bildung stark mit Thonerde übersättigter und magnesiaarmer Schlieren um thonerdereiche Einschlüsse u. s. w. herum stattfinden; dagegen ist die Krystallisation des Korunds aus dem primären Basaltmagma unmöglich, weil dieses Magma in seiner typischen Form (vergl. Tab. IX, pag. 74) eine mit Thonerde nicht gesättigte Alumosilicatlösung darstellt, und falls sie zufällig mit dieser übersättigt sein sollte, so müsste sich zuerst Spinell und darauf erst später Korund ausscheiden. In der That sprechen die meisten Beobachtungen dafür, dass die in Basalten eingeschlossenen Korunde (Sapphire) blos fremde mehr oder weniger corrodirte Einschlüsse sind, um welche sich „der Kranz von Spinelloktaëder“ [3]) ausscheidet. Merkwürdigerweise ist Korund nie im Basalt mikroskopisch, sondern nur in Form grösserer Krystalle gefunden worden. Hieher gehören die Korunde aus den Basalten des

---

[1]) Ibidem, Bd. II, pag. 604.

[2]) Ibidem, Bd. II, pag. 890.

[3]) M. Bauer, N. J. f. M., 1896, Bd. II, pag. 235.

Digitized by Google

Siebengebirges (bes. Oelberg[1]), im Basalt aus den Umgebungen von Bonn (nach v. Lasaulx[2]), in den Andesiten von der Wolkenburg, im Nephelinit des Puy de St. Sandeau, im Kersantit vom Michaelstein, in den Andesiten von Cabo de Gata (nach Osann) u. s. w.[3]) Auch hier begegnen wir die Korundeinschlüsse häufiger in Andesiten als in Basalten, die freie Thonerde aufzulösen vermögen, ohne sie beim Krystallisiren wieder ausscheiden zu müssen; aber in manchen der angeführten Fälle bildet Korund offenbar eine thonerdereiche Einschlüsse umgebende Secundärausscheidung aus dem Magma, wie z. B. in den Kersantiten (M. Koch), in den von Osann und K. Vogelsang beschriebenen andesitischen Gesteinen, im Tonalit (Salomon) u. dergl. Dabei ist es von Interesse, dass der wieder ausgeschiedene Korund, wie Prof. Lagorio[4]) bemerkt, meistens einen blätterigen, den oben beschriebenen, aus künstlichen Silicatmagmen ausgeschiedenen Kryställchen ähnlichen Habitus zeigt. Die von G. Kunz (Montana[5]) im Pyroxenandesit gefundenen Korunde bilden Dihexaëder und gestreckte sechsseitige Prismen. Ueberall aber wird Korund von seinen „treuen Gefährten" Cordierit, Spinell, Sillimanit u. a. begleitet. Letzterer Umstand ist für uns besonders interessant, weil er auf einen nahen genetischen Zusammenhang zwischen den genannten Mineralen, der in unseren Versuchen eine so einfache Erklärung findet, hindeutet.

Korund kommt in vielen Graniten unzweifelhaft als primärer Bestandtheil vor. Das häufigere Auftreten des Korunds im Granit, als im Rhyolith und Quarzporphyr, wird durch den höheren Gehalt an Thonerde (16 Procent) des ersteren im Vergleich zu den letzteren (12—14 Procent) erklärt, bei fast gleichem Gehalt an Basen (circa 10 Procent).[6]) Als seine Fundorte im Granit sind viele Gegenden des Urals und Sibiriens, Piemont, Ostindien, Ceylon u. s. w. bekannt. Die

---

[1]) Vergl. die neuere Arbeit über diese Frage: A. Dannenberg, Studien an Einschlüssen in den vulcanischen Gesteinen des Siebengebirges. T. M. P. M., 1894, Bd. XIV, pag. 24.

[2]) A. v. Lasaulx, Z. f. Kr., 1885, Bd. X, pag. 351; vergl. auch M. Bauer, l. c.

[3]) Eine ausführliche Uebersicht der betreffenden Literatur vergl. bei Lagorio, Z. f. Kr., XXIV, 1895, pag. 287—288.

[4]) Lagorio, l. c. pag. 288.

[5]) G. Kunz, Z. f. Kr., Bd. XIX, 1891, pag. 480.

[6]) Vergl. Zirkel, l. c. Bd. II, pag. 251.

Digitized by Google

meisten in Laven gefundenen Korundeinschlüsse repräsentiren nach übereinstimmenden Angaben der verschiedenen Forscher Bruchtheile von Granit-Gneissgesteinen. Vulcanische Bomben bestehen ebenfalls öfters aus Korund und Granitminerale. Dechen und Bruhns[1]) beschreiben Bomben vom Laacher See, die ausser Korund nur noch Sanidin (kein Orthoklas) und Biotit enthalten.

Im Ilmengebirge im Ural finden sich in Graniten und Gneissen grobkörnige Gänge aus gelblichen Körnern und Krystallen von Orthoklas, durchspickt von langen hexagonalen Sapphirprismen. Diese Combination, welcher sich noch kleine schwarze Nadeln eines Minerals x[2]) associiren, welche sowohl im Feldspath, als auch in Korund Einschlüsse bilden, könnte als Korundpegmatit bezeichnet werden, weil der Korund die Orthoklasmasse gesetzmässig durchsetzt, indem er eine Reihe paralleler Prismen bildet. Sowohl die nadelförmigen Einschlüsse im Korund, als auch der prismatische Habitus seiner Krystalle erinnern uns an den Versuch 5 (pag. 50), bei welchem in den kurzprismatischen sechseckigen Korundtäfelchen Einschlüsse von Sillimanit erhalten wurden (Fig. 1, Taf. II). Dass die Bildung von Korund in Granit- und Syenitmagmen möglich ist, wird durch die Versuche 5 und 6 (pag. 50—53) bewiesen.[3]) Es unterliegt auch keinem Zweifel, dass der Korund in den Graniten eine Ausscheidung des mit Thonerde übersättigten Magmas ist, wobei es gleichgiltig ist, unter welchen Bedingungen die Krystallisation vor sich ging. Den oben angeführten Beobachtungen nach sind solche mit Thonerde übersättigte natürliche Granitmagmen nicht selten; sie zerfallen beim Krystallisiren in Alumosilicate (Orthoklas, Glimmer) und scheiden freie Thonerde und Kieselsäure (Korund und Quarz) aus, in Uebereinstimmung mit unserer Regel 4 (pag. 57), soweit es sich um die Thonerde handelt.

Die Orthoklas-Korundgesteine des Urals sollen im petrographischen Theile der Arbeit unter dem Namen „Korund-Pegmatit" und „Korund-Syenit" beschrieben werden. Ich kann nicht umhin, an dieser Stelle zu erwähnen, dass uns im Ural auch andere Alumo-

[1]) Bruhns, N. J. f. M., 1892, Bd. I, pag. 230 (Referat).

[2]) Zur Zeit nicht näher bestimmt.

[3]) Der Versuch 8, welcher beweist, dass die Krystallisation des Korunds in reinen Kalimagmen unmöglich ist, widerspricht dem nicht, weil Granit und Syenit immer ziemlich grosse Mengen von Natron führen.

Digitized by Google

silicatgesteine, in deren Zusammensetzung primärer Korund vorkommt, begegnen. Ein derartiges Gestein ist vor 55 Jahren auf dem Berge Borsowka entdeckt worden und neuerdings hat Prof. Karpinkij dasselbe in Gangform in anderen Gegenden des Urals aufgefunden. Die geologische Erscheinungsform, die mikroskopischen Eigenthümlichkeiten, sowie die chemische Zusammensetzung dieses höchst interessanten Gesteins werden auch im petrographischen Theil unter dem Namen „Kyschtymit" eingehend beschrieben werden, hier erwähnen wir nur, dass es ein mittelkörniges Gemenge von automorphem Korund (von pyramidalem Typus) mit xenomorphem Anorthit und Biotit bildet; ausserdem enthält dieses Gestein als untergeordnete Bestandtheile dunkelgrünen Spinell, der im Korund Einschlüsse bildet, Apatit, Zirkon u. a.

Dieses eigenthümliche, der Beachtung der Petrographen werte Gestein lässt sich mit Leichtigkeit künstlich darstellen. Durch die Versuche 1 und 4*a*, bei welchen sich Korund aus circa 2 Procent Natron enthaltenden Anorthitmagmen ausschied, wird die Bildungsweise des Gesteins von Borsowka, welches plutonischen und eruptiven Massen eingelagert ist, deutlich illustrirt.

Am Schlusse dieses Abschnitts lassen sich die darin gewonnenen geologischen Resultate folgendermassen zusammenstellen:

1. In der Natur finden sich mit Thonerde übersättigte Alumosilicatmagmen von granitisch-syenitischem und trachyt-andesitischem Typus, auch solche von einem besonderen wenig verbreiteten Anorthittypus.

2. Diese Magmen scheiden beim Krystallisiren die überschüssige Thonerdemenge in Korund-, Spinell-, Cordierit- und Sillimanitform nach den für künstliche Alumosilicatlösungen festgestellten Gesetzen aus.

3. Korund, Spinell, Sillimanit und Cordierit, welche in Eruptivgesteinen auftreten, bilden eine genetische Gruppe von Mineralen, deren Bildungsweise in engster Beziehung zu einander steht.

Digitized by Google

Anhang zu Abschnitt II.

8. Magnetit und Eisenglanz.

(Fig. 3—6, Taf. III.)

Eisenglanz und Magnetit stellen, wie bekannt, dem Korund und Spinell völlig analoge Verbindungen vor. Sie sind mit letzteren nicht nur isomorph, sondern sie entstehen durch dieselben chemischen Reactionen, wie krystallisirte Thonerde und Magnesiumaluminat. Sie wurden mehrfach sowohl bei Einwirkung von Wasserdämpfen und Borsäure auf Haloïdverbindungen des Eisens (Gay-Lussac, St. Claire-Deville und Caron), als auch beim Schmelzen mit Borax (G. Rose) erhalten; wie die Versuche von Fouqué und M.-Lévy[1]), Hautefeuille, Doelter und vielen anderen gezeigt haben, krystallisiren sie ebenfalls sehr leicht aus Silicatschmelzen aus. Aber die Bedingungen der Magnetit- und Eisenglanzausscheidung aus dem Magma sind nicht so merkwürdig einfach, wie bei der Thonerde, sie scheinen im Gegentheil recht unklar und äusserst complicirt zu sein. Nehmen wir an, dass das Eisenoxyd wie das Oxydul in variablen Mengen in verschiedenen Silicaten (Augite, Olivine u. a.) vorhanden ist, und dass ihre Ausscheidung aus dem Magma offenbar mit den Bildungsbedingungen der genannten Salze verbunden werden müsse, dann kommt uns dieser Umstand nicht mehr so unverständlich vor. Die Bedingungen der Augitkrystallisation im Magma schwanken ebenfalls innerhalb breiter Grenzen. Augit und Magnetit gehören zu den „verhängnisvollen" Mineralen in dem Sinne, dass beide eine Ausnahme aus verschiedenen durch wissenschaftliche Speculation geschaffenen „Regeln" bilden: so sind sie der Regel von Fouqué und M.-Lévy[2]) von der Sillicatausscheidung aus dem Magma in der umgekehrten Reihenfolge ihrer „Schmelzbarkeit" nicht unterworfen, ebensowenig dem bekannten Schema von Rosenbusch, wonach solche Ausscheidung der Acidität entsprechend erfolgen müsse. Die für die Krystallisation zusammengesetzter Lösungen (Magmen) geltenden Gesetze sind augenscheinlich nicht so einfach und hängen nicht von irgend einem einzigen Factor ab, sondern sie resultiren aus mehreren oder vielen Compo-

[1]) Fouqué et M.-Lévy, l. c. pag. 233, 238.

[2]) Fouqué et M.-Lévy, l. c. pag. 51.

Digitized by Google

nenten. Bei den Versuchen von Fouqué und M.-Lévy scheidet sich Magnetit aus dem Magma in den verschiedenen Stadien der Krystallisation aus, in der Natur aber bald vor, bald nach (seltener) der Bildung eisenhaltiger Minerale.[1]) Auch Vogt[2]) führt in seinen Untersuchungen lehrreiche Beispiele für die Magnetitbildung in Schlacken gleichzeitig mit und nach der Ausscheidung des Olivins an. Diese Erscheinung wird von Vogt ganz richtig als eine chemische Massenwirkung krystallisirender Stoffe aufgefasst. Wenn die Schlacke eine grosse Menge von Oxyden des Eisens enthält, so scheidet sich zuerst Magnetit und später Olivin aus, oder beide krystallisiren gleichzeitig; wächst die Olivinmenge stark an (z. B. bis 80 Procent), so fällt Magnetit später aus. In den sieben an Eisenoxydul sehr reichen (20 bis 50 Procent) und an Eisenoxyd armen (0·15 bis 1 Procent) Schlacken hatte sich Magnetit nur in 5 Fällen, nämlich wo der F_2O_3 Gehalt grösser als 0·15 Procent war, ausgeschieden. Demzufolge kann sich aus Lösungen blos ein gewisser Ueberschuss der Oxyde des Eises in freier Form ausscheiden, der andere Theil wird in Metasilicaten (Augit) von Kieselsäure gebunden. Im allgemeinen ist nach den Vogt'schen Untersuchungen klar, dass Oxyde des Eisens ziemlich leicht übersättigte Lösungen bilden; da sie aber zugleich Bestandtheile verschiedener Silicate in unbestimmten Verhältnissen sind, so sind wir zur Zeit nicht in der Lage, quantitative Grenzen, innerhalb welcher sie Silicatlösungen sättigen können, festzustellen; diese Frage kann nur durch die entsprechenden Versuche aufgeklärt werden.

Eine Ausscheidung von Oxyden des Eisens ist in zahlreichen von mir erhaltenen Schmelzen, wobei diese Verbindungen sowohl in sauren, wie auch in basischen Magmen krystallisiren, recht oft beobachtet worden. Hämatit hatte sich in schönen blutrothen sechseckigen Täfelchen in beschränkter Anzahl im Versuch 5 mit Korund zusammen, sowie in Liparitschmelzen (pag. 52) ausgeschieden; seine zahlreichen Aggregate bildeten sich auch in einem an Eisenoxyd reichen (9·4 Procent) und an Eisenoxydul armen (1 Procent) Basalte. Wenn ich daher mit der Ansicht Vogt's[3]), Hämatit könne sich nur

[1]) Rosenbusch, l. c. Bd. I, pag. 287.
[2]) J. H. L. Vogt, l. c. pag. 203—212.
[3]) J. H. L. Vogt, l. c. pag. 217.

Digitized by Google

in an Eisenoxydul armen Magmen bilden, übereinstimme, so kann ich dennoch seine zweite Bedingung, die unentbehrliche „Basicität der Schmelze", von welcher er auch die Korundausscheidung abhängig macht, nicht anerkennen. Auf Grund der oben erwähnten Versuche könnte ich sogar behaupten, dass Eisenglanz „geneigter" ist, sich in sauren, als in basischen Schmelzen zu bilden, weil er aus solchen bei unbeträchtlichem Eisenoxydgehalte und dazu noch in regelmässigen und ziemlich grossen Krystallen ausfällt.

Was Magnetit anbetrifft kann ich hier zwei Fälle anführen, in welchen seine Bildung besonders interessant erscheint. Die Zusammensetzung der bezüglichen Schmelzen ist in Tab. X angegeben.

Tabelle X.

	18	19
SiO_2	52·22	52·94
Al_2O_3	20·24	7·84
Fe_2O_3	8·42	5·80
FeO [1])	2·10	6·54
CaO	8·60	9 25
MgO	3·57	6·05
K_2O	1·25	0·90
Na_2O	3·13	9·60
	99·53	98·92

18. Die Schmelze besteht vorzugsweise aus Feldspath (Labrador), aus Magnetit und Glasbasis. Magnetit häuft sich hauptsächlich in der Glasbasis in Gestalt von äusserst zarten Dendriten (Taf. III, Fig. 6) an, im Feldspath dagegen sind sehr selten und nur einzelne Kryställchen zu sehen. Hier hat sich augenscheinlich die Hauptmasse des Magnetits aus dem Magma nach der Bildung von Feldspath ausgeschieden. Da in der Schmelze andere eisenhaltige Verbindungen nicht enthalten sind, und da Magnetit reichlich vorhanden ist, kann man für umso wahrscheinlicher halten, dass alles Eisenoxydul in Magnetitform, dessen Menge in diesem Falle . circa

[1]) Die Bestimmung von FeO ist in einem warmen Bleikasten, worin sich eine Platinschale mit dem Pulver und HFl und H_2SO_4 befand, unter stetem Durchleiten eines Kohlensäurestromes während der Zersetzung vorgenommen worden. Nach der erfolgten Zersetzung wurde die Lösung in demselben Kasten abgekühlt und darauf sofort mit Chamäleon titrirt.

Digitized by Google

6·5 Procent gleich wäre, ausgefallen ist; das übrige Eisenoxyd (4 Procent) bleibt von der Glasbasis gebunden. Eine unmittelbare quantitative Bestimmung von Magnetit durch Lösen der Schmelze in Salzsäure (nach der Mohr'schen Methode) ist unmöglich, weil letztere nicht einmal nach zweitägiger Behandlung alle in der unlöslichen Basis eingeschlossenen kleinen Kryställchen auszieht.

19. Analyse von Glas aus einer 100 Pfund schweren Masse, in deren unteren, an Eisen noch reicheren Theilen sich ein alkalihaltiges Pyroxenmineral und Magnetit in grosser Menge ausgeschieden hatte. Dieses Glas enthält keinen Magnetit und entspricht fast vollkommen der Zusammensetzung des in den oberen Theilen der Schmelze (vergl. Fig. 3, Taf. I) in Sphärolithform ausgeschiedenen Pyroxens. Daher können wir dieses Glas als ein mit Oxyden des Eisens gesättigtes Magma auffassen; und wenn diese Lösung sich mit denselben in noch grösserer Menge bereichert, scheidet sie die Oxyde des Eisens in freier Form als Magnetit aus. Im unteren Theile der Schmelze bildet Magnetit in Gestalt von schönen Kryställchen und spitzenähnlichen Netzgebilden Einschlüsse im Pyroxen (Taf. III, Fig. 3).

Infolge dessen scheidet sich aus der Schmelze in dem einen Falle, wenn die Menge der Oxyde des Eisens grösser und wenn die Silicatlösung mit ihnen übersättigt ist, Magnetit vor der Bildung von Metasilicaten (Augit) aus, im anderen Falle, wenn ihre Menge im Magma kleiner ist, scheidet sich aus letzterem zuerst das Alumosilicat (Plagioklas), wodurch die quantitativen Verhältnisse der Lösung geändert werden, sie wird mit *Fe*-Oxyden übersättigt, die dann ebenfalls in Magnetitform ausfallen. Die in Bezug auf Feldspath spätere Krystallisation des Magnetits in der Schmelze 18 ist keine beispiellose Erscheinung; sie wiederholt sich auch im Versuch 2 (pag. 53), wo auf 60 Procent grosse Anorthitkrystalle im ganzen 3 Procent Magnetit kommen und wo sich letzterer hauptsächlich in der Grundmasse zwischen Feldspathkrystallen anhäuft (Taf. VII, Fig. 1). In den Magmen 4*a*—6*a* (Tab. III, pag. 39), in welchen der Eisengehalt grösser ist, hatte sich Magnetit dagegen früher als Feldspath ausgeschieden und bildet darin Einschlüsse (Taf. V, Fig. 1—2).

Ausser diesen Beispielen, die auf den Einfluss der Massenwirkung auf die Magnetitkrystallisation hindeuten, muss ich noch

Digitized by Google

einige Fälle anführen, wo die Abhängigkeit der Magnetitausscheidung aus dem Magma von der Temperatur sehr scharf hervortritt. Eine für die Hauynkrystallisation bestimmte Mischung wurde bei verhältnismässig niedriger Temperatur (Stelle III) und nur einige Tage lang geschmolzen; in der Schmelze schieden sich eisenreicher Pyroxen und Hauyn, von braungelber Glasbasis umgeben, aus. Als Stücke von dieser Schmelze wieder auf einige Tage einer höheren Temperatur (zwischen den Stellen II und III des Canals) ausgesetzt wurden, krystallisirten sie vollständig aus; die Basis war verschwunden und an ihrer statt erschienen Anorthit und Magnetit, letzterer in einer Menge von circa 3·5 Procent. Im anderen Falle finden wir eine entgegengesetzte Erscheinung, Magnetit wird bei einer niedrigeren Temperatur als die anderen Krystallisationsproducte ausgeschieden. Aus der oben erwähnten (Tab. VIII, Analyse 17; $FeO + Fe_2O_3$ 6·8 Procent) Andesitschmelze schied sich an der Stelle II Cordierit, Spinell, etwas Augit und Plagioklas aus; Magnetit krystallisirte in den Stücken derselben Schmelze nach fünftägigem Schmelzen im Perrot'schen Ofen, das heisst bei einer 1000° nicht übersteigenden Temperatur. Sich die im zweiten Falle angeführte Erscheinung klar zu machen ist nicht schwer; das im ganzen 6·8 Procent *Fe*-Oxyde enthaltende Magma, aus welchem bereits ein Theil derselben in Spinell- und Augitform ausgeschieden worden, ist nicht soweit übersättigt, um bei der gegebenen Temperatur (1100—1200°) den übrigen Theil davon in Magnetitform ausscheiden zu können; daher krystallisirt letzterer bei einer niedrigeren Temperatur, sobald der Sättigungsgrad wächst. Viel zusammengesetzter ist die Erscheinung im ersten Falle; hier kommt es recht unverständlich vor, weshalb Magnetit, dessen Menge gleich 3·5 Procent ist, sich nicht bei einer niedrigeren, sondern bei einer höheren Temperatur (ungefähr 1000°), wenn eine Verminderung des Uebersättigungsgrades seiner Lösung zu erwarten gewesen wäre, ausschied. Es drängt sich nun von selbst die Frage auf, ob wir es nicht mit einem Stoffe zu thun haben, der bei höheren Temperaturen weniger als bei niedrigeren löslich ist. Wir sind nicht im Besitze einer genügenden Menge von Angaben, um diese für theoretisch möglich erscheinende Frage näher erörtern zu können, umsomehr, da diese Erscheinung auch auf andere Weise erklärt werden kann. Zufolge der Anorthitausscheidung aus der Glasbasis hat sich letztere mit *Fe*-Oxyden so stark übersättigt, dass sie

Digitized by Google

Magnetit bei einer höheren Temperatur, als die ursprüngliche war, ausschied. Vom Standpunkte der Van t'Hoff'schen Theorie erklärt sich diese Erscheinung folgendermassen: im ersten Krystallisationsstadium erstarrte das Glas als eine übersättigte, feste Lösung, die später bei einer höheren Temperatur, wobei sich die innere moleculare Reibung verminderte, in ein krystallinisches Gemisch ihrer Bestandtheile zerfiel.

Magnetitkrystalle und deren Dendrite. Die zumeist verbreiteten Krystallformen des natürlich vorkommenden Magnetits sind das Oktaëder und das Rhomben-Dodekaëder. Soweit mir bekannt, ist letzteres bis jetzt in künstlichen Silicatschmelzen noch nicht beobachtet worden. Wenigstens erwähnen Fouqué und M.-Lévy[1]) nur Oktaëder und vom Magnetit gebildete rechtwinklige Netze, Dendrite. Daher halte ich für zweckmässig, diejenigen morphologischen Eigenthümlichkeiten der Magnetitkrystalle, die in vielen von mir erhaltenen Schmelzen zuweilen in recht grossen Mengen enthalten waren, etwas eingehender zu beschreiben. Das Oktaëder ist zweifellos die charakteristische Magnetitform und als solches kommt Magnetit in den meisten Schmelzen vor. In manchen Fällen aber bildet er auch Rhombendodekaëder. So krystallisirt z. B. in der dem Basalt von Londorf entsprechenden Schmelze sehr leicht Magnetit in leicht erkennbaren und gut ausgebildeten Rhomben-Dodekaëdern und gleichzeitig in Oktaëdern. Beim Drehen des Präparats zeigen die Kryställchen in auffallendem Lichte einen ziemlich starken metallischen Reflex; sie sind schwarz mit einem Stich ins Bläuliche. Magnetiteinschlüsse in Feldspathen sind gewöhnlich regelmässiger als in Augiten (vergl. Fig. 4, Taf. IV, und Fig. 1, Taf. V). In den Fällen, wo Magnetit aus stark übersättigten Lösungen krystallisirt, bildet er keine einzelnen Kryställchen, sondern ganze Dendrit- und netzförmige Aggregate. Solche an ähnliche Argentitgebilde erinnernde Dendrite sehen wir in der Basis der Schmelze 18 (Fig. 6, Taf. III); ein dünnes, rechtwinkliges Netz in der Grundmasse einer anderen Schmelze (Versuch 2, Fig. 1, Taf. VII) u. s. w. Besonders beachtenswert aber ist in dieser Hinsicht die Schmelze 19, die noch unten besprochen werden soll. In ihren unteren, mit Oxyden des Eisens stark übersättigten Theilen hatte sich, wie schon erwähnt, Magnetit

[1]) Fouqué et M.-Lévy, l. c. pag. 241.

Digitized by Google

in recht schönen und regelmässigen, zweierlei Netze bildenden Aggregaten ausgeschieden; in einem Falle schneiden sich die das Netz bildenden Elemente rechtwinklig, im anderen unter Winkeln von 60° und 120°. Die Netze der ersten Art können wir als oktaëdrische, die der zweiten als dodekaëdrische bezeichnen. Die einzelnen Elemente der Netze bilden sich durch Vereinigung einer Reihe paralleler Kryställchen (Oktaëder) miteinander. Beim Anwachsen stossen sie mit den Würfelflächen zusammen und vereinigen sich zu einem in der Richtung einer Achse verlängerten drahtförmigen Gebilde (in Fig. 3, Taf. III leicht erkennbar), das an seinen Enden regelmässige Oktaëderfläche trägt (Fig. 5, Taf. III). Es entstehen gewöhnlich drei dickere, den drei Hauptachsen des Oktaëders parallele Drähte, auf welchen secundäre und tertiäre Verzweigungen entstehen, die desto kürzer sind, je weiter sie sich vom Durchschnittspunkte der Achsen in jedem Octant entfernen (Fig. 3, Taf. III). Offenbar ist dieses ganze Aggregat bestrebt, ein oktaëdrisches, zuerst skeletähnliches und nachher, bei genügendem Zufluss des Stoffes, auch dichtes Raumgitter, das heisst einen Krystall, zu bilden. Das Entstehen von dodekaëdrischen Netzen beruht aller Wahrscheinlichkeit nach auf demselben Princip, die Drähte sind aber sehr dünn und hier lässt sich der die Vereinigung einzelner granatoëdrischer Mikrolithe in Anspruch nehmende Vorgang nicht so leicht verfolgen (Fig. 4, Taf. III). Rhomben-Dodekaëder und dodekaëdrische Netze des Magnetit sind von mir nur in an *Fe*-Oxyden (sowohl Oxydul wie Oxyd) sehr reichen Schmelzen, dagegen nie in armen beobachtet worden. In denselben Lösungen entstehen aber leicht auch Dendrite, wie aus dem oben Erwähnten ersichtlich ist und aus Beobachtungen in der Natur, wo sie zuerst von Prof. Zirkel in eisenreichen, basaltischen Magmen beobachtet und nach der Veröffentlichung seines Werkes über die mikroskopische Beschaffenheit der Minerale und Gesteine [1]) zur allgemeinen Kenntnis gebracht wurden.

[1]) F. Zirkel, Die mikroskopische Beschaffenheit der Minerale und Gesteine. Leipzig 1873, pag. 244.

(Fortsetzung folgt.)

Digitized by Google

II. Notizen.

Ueber das San Gregorio-Eisen.

Im Jahre 1887 verweilte der Hütteningenieur A. Gmehling im Staate Chihuahua in Mexiko, woselbst er in Erfahrung brachte, dass sich in der Nähe von San Gregorio in demselben Staate ein grosser Eisenmeteorit befinde. Zufälligerweise war Herr Gmehling mit dem Besitzer des Grund und Bodens, auf welchem sich der Meteorit befand, persönlich bekannt geworden und der Gedanke lag nun nahe, den Meteorit zu erwerben. Allein abgesehen von den Kosten und sonstigen Schwierigkeiten, die dem Transport einer so grossen Eisenmasse entgegenstehen, liegt ein Gesetz in Mexiko vor, nach welchem es verboten ist, derartige Vorkommnisse in das Ausland zu exportiren. Und so liegt der Meteorit noch heute an Ort und Stelle.

Herr Gmehling, dem ich die brieflichen Nachrichten über den Meteorit verdanke, erwarb von dem Photographen Ramos in San Gregorio eine Photographie des Meteoriten und die vier auf der Eisenmasse stehenden Männer lassen die Grössenverhältnisse derselben erkennen.

Die Masse soll mittags zu Fall gekommen sein, doch kennt man weder Jahr noch Tag des Falles. Das Eisen fiel etwa 6 engl. Meilen nordwestlich auf einen Hügel, welcher noch heute Cerro fierro heisst. Im Jahre 1747 wurde der Eisenmasse in einer Urkunde Erwähnung gethan als Grenzstein zweier Güter. Auf dem Cerro fierro zeigt man eine flache Höhlung, in welcher das Meteoreisen gelegen sein soll. Der Meteorit wurde im Jahre 1828 (nach Gmehling 1821) von Spaniern und Jesuiten nach San Gregorio geschleift und folgende Inschrift in die Masse gemeisselt:

Solo dios con su poder
Este fierro destruirà
Porque en el mundo no habrà
Quien lo puede deshacer. Aº 1828.

(Nur Gott in seiner Macht kann dieses Eisen zerstören, denn auf Erden gibt es niemand, der es zu zerstören vermag.) Siehe: Burkhart, Jahrbuch für Mineralogie, 1871, 852.

Gmehling hat die Inschrift, welche alte spanische Schriftzeichen aufwies, in sein Taschenbuch eingetragen. Hienach hat die letzte Zeile einen anderen Sinn und die Inschrift lautet:

Digitized by Google

Solo Dios con sv poder
Este Fierro destxuixa
porqve en el mundo no abxa
qve lo pueda des Nasex.
Aº 1821.

Die Masse hat eine unregelmässige Form und ähnelt am meisten noch einem Kegel. Auf der Mantelseite des Kegels bemerkt man viele Vertiefungen und Eindrücke, wie von Fingern herrührend. Die Oberfläche erscheint lichtstahlgrau, während die Seiten bräunlich bis bräunlichschwarz angelaufen sind infolge von Oxydation. Auch auf den Spaltungsflächen herrscht Neigung zur Oxydation. Kanten und Ecken sind abgerundet. Der Transport nach San Gregorio geschah vermuthlich nur zu dem Zwecke, um das Eisen zu verwerten, da zu jener Zeit Eisen in hohem Werte stand und auch heute nicht billig ist (1 Pfund = 18 centavos).

Nach Rammelsberg (Meteoriten, 1879, 31) besitzt es folgende chemische Zusammensetzung:

Eisen . . .	89·4
Nickel . . .	10·4
	100·0

Nach Gmehling ist das Eisen phosphorfrei, enthält dagegen sowohl chemisch gebundenen Kohlenstoff, als auch Graphit, ausserdem 0·053 Procent unlöslichen Rückstand. Das Eisen ist sehr zäh und gleicht dem Schmiedeeisen. Es gelingt nur mit grösster Mühe, Stücke von dem Eisen abzutrennen. Man kam deshalb früher einmal auf den Gedanken, das Eisen zu erhitzen, um eine Zerkleinerung leichter ausführen zu können. Die Masse wurde auch bis zur Rothglut erhitzt, strahlte aber dann eine solche Hitze aus, dass jede Annäherung vergeblich und somit auch die Erreichung des Zweckes unmöglich wurde. Vom wissenschaftlichen Standpunkte aus ist dieser Schritt sehr zu bedauern, da dadurch Bestimmungen der Gase, wie des gebundenen und graphitischen Kohlenstoffes sehr problematisch wurden.

Herrn Gmehling gelang es, kleine Massen abzubringen, welche aber später bei einer Dynamit-Explosion zu Huanchaca in Bolivia, wohin sich mittlerweile Herr Gmehling gewendet hatte, wieder verloren gingen. Doch hatte Herr Gmehling schon vorher an den Professor Hans Schulze in Santiago ein Stück verschenkt, welches nach Schulze's Tod in die Sammlung des Wiener Hof-Mineralien-Cabinetes überging.

A. Frenzel.

Teschenit aus Ost-Sibirien.

Unter einer Reihe von Gesteinen aus den östlichen Zweigen des Alatau, der Sammlung des städtischen Museums zu Minussinsk entstammend, befand sich auch ein Teschenit östlich vom Salzsee Staniza am Flusse Bjelyi-Jjuss, Bezirk Minussinsk, Gouvernement Jenisseisk.

Schon makroskopisch ist dieser sibirische Teschenit mit seinen bis 1 *cm* langen Hornblendesäulchen gewissen westkarpathischen Vorkommnissen auffallend ähnlich, und der mikroskopische Befund zeigt noch weitergehende Uebereinstimmung. Der Plagioklas findet sich ausnahmslos in langgestreckten Leisten. Der frische Kern der-

Digitized by Google

selben (symmetrische Auslöschungsschiefe der Lamellen 18—20°), selten nach dem Albit- und Periklingesetz zugleich verzwillingt, ist stets von einer stark getrübten Rinde umgeben, in welcher sich die Zwillingsstreifung nur noch mit Mühe erkennen lässt. Die Hornblende, immer automorph, bisweilen verzwillingt, stark pleochroitisch (licht moosgrün — tiefbraun und eine Mittelfarbe), mit einer Maximalauslöschung von 16°, enthält zahlreiche Apatitsäulchen. — Der Augit findet sich in 2 Arten. Die eine, häufigere ist sattgrün und automorph (36° Auslöschungsschiefe); die andere, seltenere blassröthlichbraun wie der Augit der Diabase, wird von einem unregelmässigen Saume compacter Hornblende umgeben: wohl eher eine primäre Verwachsung, als dass sie aus dem tadellos frischen Augit hervorgegangen sein sollte. Beiderlei Augite führen viel Apatit, der überhaupt im Gesteine recht reichlich und gross vorhanden und gar nicht selten mit axialen „Seelen" von dunklem, trübem Glas ausgestattet ist. — Selten findet man Titanit und Biotitschüppchen, öfter schwarzes Eisenerz. — Die grossen Zwischenräume, welche die Plagioklasleisten und Hornblendesäulchen freilassen, sind von zweierlei Substanzen erfüllt, die aber nie in einem und demselben Hohlraume zusammen vorkommen. Das eine Mineral, farblos bis leicht getrübt, meist völlig isotrop, seltener an unregelmässig begrenzten Stellen schwach doppelbrechend, kennzeichnet sich hiedurch, sowie durch eine sehr deutlich ausgesprochene Spaltbarkeit nach $\infty O \infty$ und durch die *Na*-Reaction der leicht isolirbaren Körner, welche mit HCl gelatiniren, als Analcim. Andere Hohlräume sind von einem eisblumenähnlichen Aggregate fast farbloser, radialstrahliger Nädelchen erfüllt, gerade auslöschend und optisch positiv. Diese mit HCl gleichfalls gelatinirenden Partien geben die Reaction auf Na, so dass das Mineral wohl dem Natrolith zugerechnet werden kann. — Frischer Nephelin fehlt durchaus in den Präparaten.

Ferner fanden sich unter den Gesteinen viele Melaphyre, meist dem Typus der Navite angehörig, seltener tholeitisch ausgebildet. In Naviten (sp. Gew. 2·81) markiren reichliche Abscheidungen von Magnetit und Brauneisen die Umrisse, sowie den Verlauf der Sprünge in den ehemaligen Olivinkrystallen. In den tholeitischen Melaphyren (sp. Gew. 2·71) dagegen sind die Olivine ohne oder fast ohne Abscheidung von Eisenerzen in Carbonate von Mg und Ca umgewandelt. Uebergänge zwischen beiden Gruppen kommen vor.

Interessant ist auch die grosse Verbreitung von Melaphyrtuffen in jenem Districte. Diese dunklen Gesteine enthalten in einer Bindemasse aus Calcit, Chalcedon, Opal, Chlorit, Quarzkörnchen, Brauneisen und anderen secundären Producten Auswürflinge von Plagioklas, oft angeschmolzen und mit anhaftender, bisweilen schlackiger Glasmasse, sowie Brocken sehr glasreicher, fluidaler Melaphyre, selten total zersetzte Olivinkrystalle.

Weiter fanden sich: Hornblendegranite, Salitamphibolite, contactmetamorphe Kalksteine mit Salit, Grammatit und grossen Körnern eines dunkelgrünen Spinells, welcher Hohlräume von scharfer Oktaëderform enthält, sowie körnige Dolomite.

Leipzig, Mineralogisches Institut. R. Reinisch.

Digitized by Google

Chemische Analysen aus dem Laboratorium der deutschen Universität in Prag.

Auf mein Ersuchen liess mein sehr geehrter College Herr Prof. G. Goldschmiedt im chemischen Laboratorium der deutschen Universität in Prag einige Gesteinsanalysen ausführen, deren Resultate hier mitgetheilt werden:

Leucit-Basanit vom Vesuv.

Das analysirte Handstück wurde von mir im Jahre 1895 am Südwestfuss des im Atrio del Cavallo durch die Eruptionen der Jahre 1891—1893 neuentstandenen Lavakegels gesammelt, dort, wo sich dieser Fuss an den Abhang des eigentlichen Vesuv anschliesst.

Die analysirte Probe entspricht der Beschreibung, welche Matteucci von der Lava dieser Eruption gegeben hat, jedoch mit dem Unterschiede, dass die Lava in keineswegs geringer Menge kleine, scharf ausgebildete Olivinkryställchen enthält, welche ich auch in allen anderen an verschiedenen Stellen der Lava dieser Eruption gesammelten Handstücken gefunden habe.

Die Analyse wurde nach den gebräuchlichen Methoden von Herrn Mrha ausgeführt und ergab:

	I	II		I	II	III	Mittel
SiO_2	49·04	48·94					48·99
Al_2O_3	19·82	—					19·82
FeO	5·31	5·21	als Fe_2O_3	8·35	8·52	8·42	5·26
Fe_2O_3	—	—		—	—	—	2·59
CaO	8·26	8·00					8·13
MgO	2·76	2·89					2·82
Na_2O	3·17	—					3·17
K_2O	9·06	—					9·06
P_2O_5	0·33	—					0·33
							100·17

Tonalitgneis von Wistra (Kärnten).

Das Material stammt von jenem Zug von Tonalitgneis, welcher jüngst von H. Graber eingehend studirt wurde und welcher zusammen mit dem wahrscheinlich jüngeren Granitit die Zone krystallinischer Aufbruchsgesteine in Südkärnten zusammensetzt.

Die Analyse wurde von Herrn Hans Krczmař ausgeführt.

	I	II	III	Mittel
SiO_2	63·09	63·18	62·98	63·09
Al_2O_3	18·89	—	—	18·89
Fe_2O_3	3·38	3·59	3·47	3·48
FeO	2·08	1·96	—	2·02
MgO	2·04	1·91	—	1·97
CaO	6·20	6·17	—	6·18
NaO	3·14	—	—	3·14
K_2O	1·30	—	—	1·30
Glühverlust	0·67	0·59	—	0·63
				100·70

F. Becke.

Digitized by Google

III. Literatur.

Krystallographie, Physik, Chemie.

Barlow W.: Geometrische Untersuchung über eine mechanische Ursache der Homogenität der Structur und der Symmetrie mit besonderer Anwendung auf Krystallisation und chemische Verbindung. — Zeitschr. f. Kryst. XXIX, 5. und 6. Heft.

Becker Geo. F.: Kant as a natural Philosopher. From the American Journal of Science, Vol. V, February 1898.

Berent Stanislaw: Ueber das capillare Verhalten der Flächen von Steinsalz und Sylvin gegenüber Mutterlaugen. — Inaug.-Diss. an der Universität Basel, Leipzig 1896.

Beijernick F.: Ueber das Leitungsvermögen der Minerale für Elektricität. — Sep.-Abdr. aus der N. J. f. Min. etc. Beil.-Bd. XI.

Billows, Dr. E.: Nota sulla proiezione degli assi rhomboedrici ed esagonali. — Estr. dall. Rivista d. Mineral. e Cristall. Italiana. Vol. XIX, 1898.

Brauns R.: Ueber Polymorphie und die optischen Anomalien von chlor- und bromsaurem Natron. — Sep.-Abdr. a. d. N. J. f. Min., Geol. und Paläont., Jahrg. 1898, I. Bd.

Goldschmidt: Das zweikreisige Goniometer (Modell 1896) und seine Justirung. — Sep.-Abdr. aus Zeitschr. f. Kryst. etc. XXIX. Bd., 4. Heft.

Derselbe: Ueber Entwickelung der Krystallformen, II. Th. — Sep.-Abdr. aus Zeitschr. f. Kryst. etc. XXVIII. Bd., 4. und 5. Heft.

Derselbe: Ueber Verknüpfung der Krystallpartikel. — Sep.-Abdr. aus Zeitschr. f. Kryst. etc. XXIX. Bd., 1. u. 2. Heft.

Derselbe: Ueber nicht parallele Verknüpfung der Krystallpartikel. — Sep.-Abdr. aus Zeitschr. f. Kryst. etc. XXIX. Bd., 4. Heft.

Derselbe: Ueber Grobgoniometer. — Sep.-Abdr. aus Zeitschr. f. Kryst. etc. XXIX. Bd., 5. und 6. Heft.

Derselbe: Glastafel für Löthrohrproben. — Sep.-Abdr. aus Zeitschr. f. Kryst. etc. XXIX. Bd., 1. und 2. Heft.

Derselbe: Ueber Krystallmessung und Winkeltabellen. — Sep.-Abdr. aus d. Amtl. Ber. d. Vers. deutsch. Naturf. u. Aerzte. Braunschweig 1897.

Henrich: Die stereographische Projection und ihre Anwendung in der Krystallographie. — Jahresber. d. kgl. Realgymnasiums zu Wiesbaden 1897.

Hoff Van't J. H. und Dr. W. Meyerhoffer: Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, insbesondere des Stassfurter Salzlagers. — Sitzungsber. d. kgl. preuss. Akad. d. Wissenschaften zu Berlin 1897. VI, X, XXIV, XLVI.

Luquer Lea Mcl., Ph.-Dr.: Optical Mineralogy. Contributions from the Mineralogical Department of Columbia University. — Vol. VI, Nr. 7.

Moses J. A.: Device for Simplifyng the Drawing of Crystal Forms. — From the Americ. Journ. of science. Vol. I, 1896.

Digitized by Google

Derselbe: The Geometrical Characters of Crystals. Contributions from the Department of Mineralogy.

Derselbe: Some new appliances and methods for the study of Crystals. — From Transactions New York Academy Sciences. Vol. XVI, pp. 44—57, January 25, 1898.

Mügge O.: Ueber Translationen und verwandte Erscheinungen in Krystallen. — N. J. f. Kryst. 1898, I.

Niessel Gustav v.: Catalogue of real paths of large meteors. — Repr. from the Monthly notices of the royal astronom. society. Vol. LVII, Nr. 3.

Nordenskiöld G: Tvenne fotografier af snökrystaller. — Aftryck m. Geol. Fören. i Stockholm Förhandl., XX. Bd., 4. Heft, 1898.

Panebianco R.: Studium opticum-crystallograficum de Keratina.

Derselbe: Relazione di quattro facce in Zona e grado di simmetria degli assi nei crystalli. — Estr. dalla Rivista d. Miner. e Cristall. Italiana. Vol. XIX, 1898.

Redlich Dr. K. A.: Krystallographisch-optische Untersuchung zweier organischer Substanzen. — Sep.-Abdr. aus Zeitschr. f Kryst. etc. XXIX. Bd., 3. Heft, 1898.

Sohncke L.: Einfluss der Entwässerungstemperatur auf die Verwitterungsflecke des Gypses. — Zeitschr. f. Kryst. etc. XXX. Bd., 1. Heft, 1898.

Stöber, Dr. F.: Notice sur un appareil permettant de tailler un cristal suivant une direction déterminée et sur une méthode de tailler des plaques à faces parallèles. — Académie Royale de Belgique. Bruxelles 1897.

Than Károly: A kisérleti chemia elemei. — I. Kötet Általános chemia és az elemi testek leirása. — Elsö könyv: Általános chemia. Budapest 1897.

Derselbe: A kisérleti chemia elemei. — I. Kötet Általános chemia és az elemi testek leirása. — Második könyv: Az elemi testek leirása. Budapest 1898.

Viola C.: Ueber Homogenität. — Sep.-Abdr. aus „Zeitschr. f. Kryst. etc." Bd. XXVII, 4. und 5. Heft. Leipzig 1897.

Derselbe: Ueber Homogenität. II. Abhandl. — Sep.-Abdr. aus „Zeitschr. f. Kryst. etc." XXIX. Bd., 1. und 2. Heft. Leipzig 1897.

Derselbe: Ueber ein Universalinstrument für Krystallographie. — Sep.-Abdr. aus Zeitschr. f. Kryst. etc. XXVIII. Bd., 2. Heft.

Wallerant Fréd.: Note sur la mesure des biréfringences des minéraux en Cames minces. — Note sur une forme naissante du quartz. — Extrait du Bullet. de la Société franç. d. min. Tome XX. Nr. 5—6, 1897.

Walker T. L.: Examination of some triclinic minerals by means of etching figures. — From the Americ. Journ. of science. Vol. V, 1898.

Mineralogie.

Achiardi Giovanni D'.: Anomalie ottiche dell' Analcima di Montecatini in Val di Cecina. Pisa 1897. — Estr. dai Processi verb. d. Società Toscana d. Scien. Natur. 4. Luglio 1897.

Derselbe: Note di mineralogia Italiana. — Estr. dai Processi verb. d. Soc. Toscana d. Scienz. Naturali. 13. marzo 1898.

Derselbe: Sul contegno ottico della fluorina di Gerfalco e del Giglio. — Estratto dai Processi verbali della Società Toscana di Scienze Natural. 28. novembre 1897.

Digitized by Google

Baumhauer: Ueber den Rutil des Binnenthals im Canton Wallis. — Compte Rendu du quatrième Congrès scientifique international des Catholiques tenu à Fribourg (Suisse). Du 16 au 20 août 1897.

Becke F.: Whewellit vom Venustiefbau bei Brüx. — Sonderabdr. aus d. Sitz.-Ber. d. deutsch. naturw.-medic. Ver. f. Böhmen „Lotos", 1898, Nr. 4.

Derselbe: Ueber Zonenstructur bei Feldspathen. — Sonderabdr. aus d. Sitz.-Ber. d. deutsch. naturw.-medic. Ver. f. Böhmen „Lotos", 1898, Nr. 3.

Brögger W. C.: Ueber den Mossit und über das Krystallsystem des Tantalit (Skogbölit) aus Finnland. — Videnskabsselskabets Skrifter. I. Mathematisk-naturw. Classe. 1897, Nr. 7.

Canaval R.: Das Glaserz der kärntischen Edelmetallbergbaue des 16. Jahrhunderts. Sep.-Abdr. aus d. „Carinthia II", Nr. 1, 1897.

Colomba Luigi: Ricerche Mineralogiche sui Giacimenti di Anidrite e di Gesso dei Dintorni di oulx. — Accademia Reale delle Scienze di Torino (Anno 1897—98).

Currie J.: Apophyllite from Cape Colony. — From „Transactions" Edinb. Geological Society, Vol. VII.

Fantappiè Liberto Prof.: Nuove osservazioni su minerali dei „blocchi erratici" nella regione Cimina. — Estr. dalla „Riv. di Min. e Cristall. Italiana". Vol. XVIII, Padova 1897.

Fedorow E. v.: Universalmethode und Feldspathstudien. III. Die Feldspathe des Bogoslowsk'schen Bergreviers. — Sep.-Abdr. aus Zeitschr. f. Kryst. etc. XXIX. Bd., 5. und 6. Heft.

Flink G.: Berättelse om en mineralogisk resa: Syd-Grönland Sommaren 1897. — Meddelser om Grönland. XIV.

Friedländer J.: Herstellung von Diamanten in Silicaten, entsprechend dem natürlichen Vorkommen im Kaplande. — Sep.-Abdr. aus den Verh. d. Ver. zur Beförd. d. Gewerbfleisses. Berlin 1898.

Gemböck H.: Ueber alpinen Cordierit-Pinit. — Sep.-Abdr. aus Zeitschr. f. Kryst. etc. XXIX. Bd, 4. Heft.

Heddle M. F.: On the Crystalline Forms of Riebeckite. — From „Transactions". Edinb. Geological Society, Vol. VII.

Derselbe: On Analcime with New Forms. — From „Transactions". Edinb. Geol. Soc., Vol. VII.

Hlawatsch C.: Ueber Stolzit und Raspit von Brokenhill. — Sep.-Abdr. aus Zeitschr. f. Kryst. etc. XXIX. Bd., 1. und 2. Heft.

Högbom A. G.: Ueber einige Mineralverwachsungen. — Reprinted from Bull. of the Geol. Instit. of Upsala, Nr. 6, Vol. III, Part 2, 1897.

Holmquist P. J: Synthetische Studien über die Perowskit- und Pyrochlormineralien. Inaug.-Dissert. — Sonderabdr. aus Bull. of the geol. Instit. of Upsala, Vol. III, Nr. 5, 1896.

Hofmann A.: Ein neues Berthierit-Vorkommen in Böhmen. — Sitz.-Ber. d. kgl. böhm. Gesellsch. d. Wissensch. Mathem.-naturw. Classe. 1897, XLIX.

Klein C.: Ueber einen ausgezeichneten Buntkupferkrystall vom Frossnitzgletscher, Gross-Venedigerstock, Tirol. — Sitz.-Ber. d. kgl. Berliner Akad. d. Wissensch. 23. Juni 1898.

Digitized by Google

Kunz G. F.: On the sapphires from Montana, with Special Reference to those from Yogo Gulch in Furcus County. — From the Americ. Journ. of Scienc., Vol. IV, December 1897.

Lacroix A.: Minéralogie de la France et de ses colonies. — Tome deuxième. Paris 1897.

Liversidge A.: On the crystalline structure of Gold an Platinum nuggets and Gold ingots. — Read before the Royal Society of N. S. Wales, 3. Octob. 1894.

Luedecke O.: Ueber Langbeinit, den ersten Vertreter der tetraëdrisch-pentagon-dodekaëdrischen Classe unter den Mineralien. — Sep.-Abdr. aus Zeitschr. f. Kryst. etc. XXIX. Bd., 3. Heft, 1898.

Derselbe: Ueber ein alpines Mineralvorkommen im Harz am Ramberg. — Sonderabdr. aus d. Abhandl. d. naturforschend. Gesellsch. zu Halle. Bd. XX, 1894.

Matthew W. D.: Monazite and Orthoklase from South Lyme, Conn. — Repr. from the School of Mines Quarterl. Vol. XVI, pp. 226—223.

Miers H. A.: On some British Pseudomorphs. — Repr. from the Mineralogical Magazine. Vol. XI, Nr. 53.

Penfield S. L. und Frenzel A.: Ueber die Identität des Chalkostibit mit Guejarit und über Chalkostibit von Huanchaca, Bolivia. — Sep.-Abdr. aus Zeitschr. f. Kryst. etc. XXVIII. Bd., 6. Heft.

Pratt J. H.: On the Crystallography of the Montana Sapphires. — From the Americ. Journ. of science. Vol. IV, Dec. 1897.

Derselbe und H. W. Foote: On Wellsite, a new Mineral. — From the American Journal of science. Vol. III, 1897.

Polak J. M.: Ueber Calcitkrystalle von Jarow bei Wran, südlich von Prag. — Sonderabdr. aus d. Sitz.-Ber. d. deutsch. naturw.-medic. Ver. f. Böhmen „Lotos", 1897, Nr. 7.

Ries Heinrich: Allanite Crystals from Mineville, Essex County, N. Y. — Note on a Beryl Crystal from New York City. — Transactions N. Y. Acad. Sc. Vol. XVI, December 1897.

Schmidt A.: Ueber einige Minerale der Umgegend von Schlaining. — Sep.-Abdr. aus Zeitschr. f. Kryst. etc. XXIX. Bd., 3. Heft.

Derselbe: Der Euklaskrystall des Mineralogischen Museums der Universität Budapest. — Sep.-Abdr. aus d. „Földtani Közlöny", XXVIII. Bd.

Spencer L. J.: A List of new Mineral names. — Reprinted from The Mineralogical Magazine. Vol. XI, Nr. 53.

Spezia G.: Esperienze sul Quarzo. — Contribuzioni di Geologia Chimica. Accademia Reale delle Scienze di Torino (Anno 1897—98).

Viola C.: Das Vorkommen von Lawsonit in der Basilicata (Unteritalien). — Ueber Aetzfiguren am Gyps. — Sep.-Abdr. aus Zeitschr. f. Kryst. etc. XXVIII. Bd., 6. Heft.

Derselbe: Ueber den Aragonit von Sicilien und seine Structur. — Sep.-Abdr. aus Zeitschr. f. Kryst. etc. XXVIII. Bd., 3. Heft.

Wallerant F.: Mémoire sur la Fluorine. — Extr. du Bull. de Minéralogie, livraison de Février 1898.

Digitized by Google

Petrographie, Geologie, Paläontologie.

Achiardi G.: Due esempi di metamorfismo di contatto (Urali—Elba). — Pisa 1898.

Agamennone G.: Terremoto nel mar Tirreno del pomerigio del 15 Maggio 1897. — Bolletino della Società sismologica Italiana. III. Fasc. 7°.

Derselbe: Alcune modificazioni al sismonopio eletrico a doppio effetto. — Ebenda: Vol. III. 157—168, Modena 1898.

Arcidiacono S.: Studio comparativo sopra due tromometri normali diversamente impiantati. — Bolletino della Società sismologica Italiana. Vol. II, Nr. 9.

Derselbe: Rassegna dei principali fenomeni eruttivi avvenuti in Sicilia e nelle isole adiacenti, durante il anno 1895, 1896. — Bolletino della Società Sismologica Italiana. Vol. I. e II. — Idem durante il anno 1897. Ibidem, Vol. III.

Becke F., Berwerth und Grubenmann: Bericht über die Aufnahme für die petrographische Erf. der Centralkette der Ostalpen im Jahre 1897. — Sitz. d. math.-naturw. Classe d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien vom 20. Jänner 1898.

Becker G. F.: Fractional Crystallization of Rocks. — From the American Journal of Science. Vol. IV, September 1897.

Brauns R.: Ein neues Contactgestein aus dem Kaiserstuhl. — Sonderabdr. aus d. Ber. der Oberhessischen Gesellsch. für Natur- und Heilkunde vom Jahre 1898.

Brögger W. C.: Die Eruptivgesteine des Christianiagebietes. III. Das Ganggefolge des Laurdalits. — Christiania 1898.

Canaval R.: Zur Kenntnis der dioritischen Gesteine in der Umgebung von Prävali in Kärnten. — Sep.-Abdr. aus d. „Carinthia II.", Nr. 3 und 4, 1897.

Derselbe: Einige Bemerkungen betreffend das geologische Alter der Erzlagerstätte von Kallwang. — Graz, Verlag d. naturw. Ver. f. Steiermark.

Derselbe: Die Blei- und Zinkerz-Lagerstätte des Bergbaues Radnig bei Hermagor in Kärnten. — Sep.-Abdr. aus d. „Carinthia II", Nr. 2, 1898.

Clarke F. W. und W. F. Hillebrand: Analyses of Rocks with a Chapter on Analytical Methods. Laboratory of the United States, Geological Survey. 1880 to 1896

Cohen Prof. Dr. E.: Ueber das Meteoreisen von Cincinnati, Vereinigte Staaten. — Sitz.-Ber. der kgl. preuss. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, Gesammtsitzung vom 23. Juni 1898.

Derselbe: Meteoreisen-Studien VI. — Annalen des k. k. naturhistor. Hofmuseums. Sep.-Abdr. aus Bd. XII, Heft 2.

Derselbe: Meteoreisen-Studien VII. — Annalen des k. k. naturhistor. Hofmuseums. — Sep.-Abdr. aus Bd. XIII, Heft 1.

Derselbe: Ueber das Vorkommen von Eisencarbid (Cohenit) im terrestrischen Nickeleisen von Niakornak bei Jakobshavn in Nord-Grönland. — Saertryk af Meddelelser om Grönland. XV.

Derselbe: Ueber ein neues Meteoreisen von Ballinoo am Murichsonflusse, Australien. — Sitz.-Ber. d. kgl. preuss. Akad. d. Wissensch. zu Berlin 1898, II.

Derselbe: Ein neues Meteoreisen von Beaconsfield, Colonie Victoria, Australien. — Sitz.-Ber. d. kgl. preuss. Akad. d. Wissensch. zu Berlin. XLVI, 1897.

Derselbe: Nachtrag zur Beschreibung des Meteoreisens von Beaconsfield. — Sitz.-Ber. d. kgl. preuss. Akad. d. Wissensch. zu Berlin. 5. Mai 1898.

Digitized by Google

Currie J.: The Minerals and the Tertiary Eruptive Rocks of Ben More, Mull. — From „Transactions". Edinb. Geological Society, Vol. VII.

Cushing H. P.: Syenite-Porphyry in the Northern Adirondacks. — Bulletin of the Geological Society of America

Dannenberg A. und Holzapfel E.: Die Granite der Gegend von Aachen. — Sep.-Abdr. aus d. Jahrb. d. kgl. preuss. geolog. Landesanst. f. 1897. Berlin 1898.

Farrington O. C.: Observations on Popocatepetl and Ixtaccihuatl with a review of the geographic and geologic features of the mountains. — Field Columbian Museum publication 18. Geological Series. Vol. I., Nr. 2. Chicago 1897.

Gümbel v.: Ueber die in den letzten Jahren in Bayern wahrgenommenen Erdbeben. — Sitz.-Ber. d. math.-physik. Classe d. kgl. bayer. Akad. d. Wissensch. Bd. XXVIII, 1898, Heft 1.

Hibsch J. E.: Schädeltheil einer Saiga-Antilope aus diluvialem Lehm der Umgebung von Tetschen a. d. Elbe. — Sep.-Abdr. aus d. N. Jahrb. f. Mineralogie, Geologie und Paläontologie. Jahrg. 1898, Bd. I.

Hoernes R.: Die Grubenkatastrophe von Zeiring im Jahre 1158. — Sep.-Abdr. aus d. Mittheil. d. Naturw. Ver. f. Steiermark. Jahrg. 1897.

Derselbe: Zum VII. internationalen Geologencongress. — Graz, Selbstverlag, 1898.

Högbom A. G.: Om de Vid Syenitbergarter bunda Jerumalmera i Östra Ural. — Meddelanden fran Upsala Universitets Mineralogisk-Geologiska Institution. 23.

Hofmann A.: Ein Cervuline aus der böhmischen Braunkohlenformation. — Sitz.-Ber. d. kgl. böhm. Gesellsch. d. Wissensch. Mathem.-naturw. Classe, 1897.

Iddings J. P.: Chemical an Mineral Relationships in Igneous Rocks. — Journal of Geology. Vol. VI, Nr. 3. April-Mai 1898.

Derselbe: On Rock Classification. — Repr. f. the Journal of Geology. Vol. VI, Nr. 3, January-February 1898.

Kalkowsky E.: Ueber einen oligocänen Sandsteingang an der Lausitzer Ueberschiebung bei Weinböhla in Sachsen. — Abh. d. naturw. Gesellsch. „Isis" in Dresden 1897, Heft II.

Katzer F.: Eine Forschungsreise nach der Insel Marajo (Amazonas-Mündung). — Sonderabdr. aus Bd. LXXIII, Nr. 5, 6 und 7 des „Globus".

Derselbe: A Fauna Devonica do Rio Maecuru etc.

Derselbe: Die Grottauer Braunkohlenablagerung in Nordböhmen. — Sep.-Abdr. aus d. „Oesterr. Zeitschr. f. Berg- und Hüttenwesen". XLV. Jahrg., 1897.

Derselbe: XLVI. Das Amazonas-Devon und seine Beziehungen zu den anderen Devongebieten der Erde. — Sitz.-Ber. d. kgl. böhm. Gesellsch. d. Wissensch. Mathem.-naturwissensch. Classe. 1897.

Derselbe: Relatorio resumido sobre os resultados geologicos praticos da viagem de exploracão oo rio Tapajòs e à região de Monte-Alegre. — Belem 1898.

Derselbe: Ein eigenthümliches Manganerz des Amazonas-Gebietes. — Sep.-Abdr. aus d. „Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen". XLVI. Jahrg., 1898.

Kemp J. F.: Physiography of the eastern Adirondacks in the Cambrian and Ordovician Periods. — Bulletin Geological Society of America. VIII, 408–412.

Klein C.: Die Anwendung der Methode der Totalreflexion in der Petrographie. — Sitz.-Ber. d. kgl. preuss. Akad. d. Wissensch. zu Berlin. — Sitz. d. phys.-math. Classe v. 26. Mai 1898.

Digitized by Google

Krafft, Dr. A. v.: Das Alter des Granites der Cima d'Asta. — Verh. d. k. k. geol. Reichsanst. 1898, Nr. 7.

Laube G. C.: Die geologischen Verhältnisse des Mineralwassergebietes von Giesshübl-Sauerbrunn. — Giesshübl-Sauerbrunn 1898.

Derselbe, Wilhelm Gintl und Friedrich Steiner: Die Mineralwasserquellen von Bilin in Böhmen. — Bilin 1898.

Luquer Lea Mcl. Ph.-Dr.: Scheme for the Optical Determination of the Common Minerals in Rock Sections. — Contributions from the Department of Mineralogy. Columbia University. Vol. VI, Nr. 10.

Lendenfeld R. v.: Alpenseen. — Sonderabdr. aus Westermanns illustrirten deutschen Monatsheften, Februar und März 1898.

Lenk H.: Studien an Gesteinen aus dem mexicanischen Staat Oaxaca — Beiträge zur Geol. und Paläont. d. Republik Mexico.

Loewinson-Lessing F.: Note sur la Classification et la Nomenclature des Roches Eruptives. — Congrès géologique international. 7ième session Russie 1897.

Löwl F.: Kals. — Sep.-Abdr. aus d. Zeitschr. d. deutsch. und österr. Alpenver., Jahrg. 1897, Bd. XXVIII.

Merrill G. P.: Notes on the geology and natural history of the peninsula of lower California. — From the Report of the N. S Nat. Museum for 1895, pag. 969 to 994.

Michel-Lévy: Classification des Magmas des Roches éruptives. — Bulletin de la Société Géologique de France. 3ième série. Tome XXV, pag. 326, 1897.

Derselbe: Sur un nouveau mode de Coordination des Diagrammes représentant les magmas des roches éruptives. — Paris, au siége de la société géologique de France.

Mojsisovics v. Edm. Dr.: V Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1897 innerhalb des Beobachtungsgebietes erfolgten Erdbeben. — Sitz.-Ber. d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien. Math.-naturw. Classe, Bd. CVII. Abth. I, März 1898.

Mrazec L.: Note sur une Jadéitite de Piémont. — Note sur un tuf andésitique des environs de Bacău. — Note sur une marne à efflorescences salines de Scăpău (Distr. Mehedinți). — Bull. de la Soc. d. Scien. d. Bucarest, Roumanie, An. VII, Nr. 2.

Derselbe: Quelques remarques sur le cours des rivières en Valachie. — Extr. de l'Annuaire du Musée géol. d. Bucarest 1896.

Mrazec L. und G. M. Murgoci: Contributions à l'étude pétrographique des roches de la zone central des carpathes méridionales. — II. Sur les gneiss à cordiérite des montagnes du Lotru. — III. La wehrlite du mont Ursu. — Extr. du Bull. d. l. société des Sciences. Nr. 3. Bucarest 1897.

Murgoci-Munteanu G.: Les serpentines d'Urde, Muntin et Găuri (Massif du Paringu). — Extrait de l'Annuaire du Musée de Géologie et Palaeontologie de Bucarest 1898.

Derselbe: Calcare și fenomene de erosiune in Carpații meridionali (Clina Romana). — Extr. d. Bullet. Soc. d. Sc. An. VII, Nr. 1, 1898.

Pirsson L. V.: On the Corundum-Bearing Rock from Yogo Gulch, Montana. — From the American Journal of Science. Vol. IV. December 1897.

Digitized by Google

Hoernes R.: Zur Erinnerung an Constantin Freiherr v. Ettinghausen. — Graz, Verl. d. naturwissensch. Ver. f. Steiermark, 1898.

Lacroix A.: A. Des Cloizeaux 1817—1897. — Nouvelles Archives du Museum.

Scharitzer R.: Prof. Dr. A. Schrauf. Eine biographische Skizze. — Czernowitz 1898.

Neue Bücher.

Anleitung zum Bestimmen der Mineralien von Prof. Dr. C. W. C. Fuchs. 4. Auflage, neu bearbeitet von Dr. Reinhard Brauns, Professor a. d. Universität Giessen. — Giessen, Ricker'sche Verlagsbuchhandlung, 1898.

Wesentliche Aenderungen gegenüber der 3. Auflage, welche von Streng besorgt und durch einen wichtigen Abschnitt, die mikro-chemischen Reactionen betreffend, erweitert worden war, hat in der vorliegenden 4. Auflage der 4. Abschnitt erfahren. Die früheren Auflagen hatten hier eine Aufzählung der wichtigsten Minerale und ihrer physikalischen Eigenschaften nach den Krystallsystemen geboten, welche an sich recht übersichtlich, freilich zum eigentlichen Bestimmen nicht ganz geeignet war. Der jetzige Herausgeber hat den 4. Abschnitt gänzlich umgestaltet. Er bringt die Minerale in Gruppen nach ihrer Härte, weiter wird unterschieden metallischer und nichtmetallischer Habitus, weiter kommt die Farbe und der Strich in Betracht. Diese Anordnung macht ohne Zweifel auch das Bestimmen derber Minerale nach den physikalischen Eigenschaften möglich. Freilich entgeht dem Anfänger dafür die Uebersicht über die Zugehörigkeit der häufigen Minerale zu den Krystallsystemen. Referent hat die 3. Auflage des Buches wiederholt den Uebungen der Anfänger zugrunde gelegt und dabei die Erfahrung gemacht, dass es den Studenten nicht unwillkommen war, den letzten Abschnitt als Nachschlagebuch für die nach dem 2. Abschnitt mit dem Löthrohr bestimmten Minerale zu gebrauchen. Zum eigentlichen Bestimmen nach dem letzten Abschnitt kam es allerdings fast niemals, und in dieser Beziehung dürfte der Vortheil der 4. Auflage überwiegen. In den früheren Abschnitten sind die Abweichungen von der 3. Auflage unerheblich. F. Becke.

Tabellarische Uebersicht der Mineralien, nach ihren krystallographisch-chemischen Beziehungen geordnet von P. Groth. Vierte, vollständig neu bearbeitete Auflage. Braunschweig, Friedrich Vieweg und Sohn, 1898.

Das bekannte wertvolle Buch erscheint in der 4. Auflage nicht nur durch zahlreiche neu entdeckte Minerale ergänzt, sondern auch in den bekannten Theilen stark umgearbeitet. Die theoretischen Erläuterungen zu jeder Mineralgruppe, die früher in den Anmerkungen mit den Angaben über ungenau bekannte oder minder wichtige Minerale vereinigt waren, sind nun vervollständigt und ergänzt als Einleitung einer jeden wichtigen Gruppe vorangeschickt. Dass man in der Deutung der Constitution der Minerale, namentlich der Silicate, trotz mancher Anläufe den Ariadnefaden noch nicht gefunden hat, dieser Eindruck wird wohl auch dem nicht erspart bleiben, der mit Aufmerksamkeit die Ausführungen des Autors verfolgt. Zur Bezeichnung der Krystallformen wird die in der 3. Auflage von desselben Verfassers physikalischer Krystallographie vorgeschlagene Nomenclatur gebraucht.

Digitized by Google

Handbuch der Mineralogie von Dr. Carl Hintze, o. ö. Professor der Mineralogie an der Universität Breslau. Erster Band, erste Lieferung. 41 Abbildungen im Text, 160 Seiten. — Leipzig, v. Veit & Comp., 1898.

Kurz nach Vollendung der Schlusslieferung des 2. Bandes erscheint nun der Anfang des ersten Bandes der erschöpfenden Darstellung der speciellen Mineralogie. Sie bringt von den Elementen die Gruppe des Kohlenstoffes, des Schwefels, der rhomboëdrischen Sprödmetalle, der Platinmetalle und den Beginn des Eisens. Die Behandlung ist ebenso ausführlich und erschöpfend wie im 2. Band.

Elemente der Gesteinslehre von H. Rosenbusch. Mit 96 Figuren im Text und 2 Tafeln. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Nägele), 1898.

Mit dem Erscheinen dieses lange schon erwarteten Werkes wird dem oft und schmerzlich empfundenen Bedürfnis nach einem auf der Höhe der Zeit stehenden elementaren Lehrbuche der Gesteinskunde abgeholfen. Das Buch leistet aber mehr als eine erste elementare Einführung in dieses in aufstrebender Entwicklung begriffene Wissensgebiet. Es hat einen stark gefärbten subjectiven Zug, und da der Autor, selbst einer der führenden Geister in der Gesteinslehre, überall frank und frei die eigenen Ansichten vorträgt, gewinnt es ein eigenartiges Gepräge und gibt auch dem Forscher eine Fülle von Anregungen.

Eine Analyse des ausgezeichneten Werkes in dieser kurzen Anzeige zu geben kann nicht versucht werden. Doch mögen einige besonders markante Züge hervorgehoben werden.

Nach einer kurzen Einleitung wird die Eintheilung der Gesteine in die drei Classen der Eruptivgesteine, der schichtigen Gesteine, der krystallinen Schiefer begründet und aufgestellt. Jede dieser Classen fordert und findet ihre eigenartige Behandlung.

Die Ansichten des Verfassers über die Eruptivgesteine sind aus dem Werk über mikroskopische Physiographie so bekannt, dass hierüber nicht viel neues zu sagen ist. Neben der Familie der Essexite unter den Tiefgesteinen erscheint hier eine neue Familie der Trachydolerite, welche die entsprechenden Ergussgesteine umfasst. Dass es sich hier um Uebergangsfamilien handelt, welche an den Eigenthümlichkeiten ihrer Nachbarn participiren, geht daraus hervor, dass eine bestimmte charakteristische Mineralassociation für dieselben nicht gegeben werden kann, welche doch für jeden anderen Familientypus angebbar ist.

Durch die ganze Darstellung der Eruptivgesteine zieht sich als leitender Gedanke die Unterscheidung der granitodioritischen und gabbro-peridotitischen Magmen einerseits, der foyaitisch-theralitischen Magmen andererseits. Dieser Unterschied ist zweifelsohne von grösster Wichtigkeit. Er lässt sich auf verschiedenen Wegen erfassen und dürfte in der Zukunft noch grössere Wichtigkeit erhalten.

Der Unterscheidung dieser zwei Reihen sind auch zwei Buntdrucktafeln gewidmet, welche die chemische Zusammensetzung derselben veranschaulichen.

Chemischen Verhältnissen ist überhaupt viel und entsprechend Rechnung getragen. Nicht nur typische Bauschanalysen, sondern, was besonders wertvoll, auch die vorhandenen Analysen isolirter Gesteinsgemengtheile sind bei jeder Familie angeführt. Leider, wird mancher Leser finden, ohne Quellenangabe, was wohl dem

Digitized by Google

Charakter des Buches als Elementarbuch zuzuschreiben ist. Das Volumen wäre freilich durch die Citate um eine erkleckliche Seitenanzahl grösser geworden.

Macht der Abschnitt der Eruptivgesteine einen geschlossenen Eindruck, so kann von dem Capitel über krystalline Schiefer nur gesagt werden, dass hier noch eine Riesenaufgabe zu lösen ist, trotzdem in dem Buch höchst wichtige und grundlegende Gesichtspunkte für die Beurtheilung dieser schwierigen Gesteine gegeben sind. Es sei nur an die interessanten Ausführungen über das Volumgesetz erinnert, wie man kurz die Erscheinung bezeichnen könnte, dass die Minerale der krystallinen Schiefer die Elemente in Verbindungen mit kleinstem Molecularvolum enthalten[1]), oder an die trefflichen Ausführungen über die Structurverhältnisse der krystallinen Schiefer, auf das Fehlen der Altersbeziehungen bei Ausbildung der Krystallform.[2]) Ebenso ist der grosse Unterschied, der in der Ausbildung der krystallinen Schiefer in grösserer und geringerer Rindentiefe existirt, sehr gut hervorgehoben. (Bruchlose Umformung, Mineralassociation gleich der der entsprechenden Massengesteine bei grösserer Tiefenlage, mechanische Umformung, abweichende Mineralassociationen bei geringerer Rindentiefe.) Das ist genau das, was Referent einmal als katogene und anogene Dynamometamorphose zu bezeichnen vorschlug.

Im übrigen bringt die Darstellung eine Ausführung jenes Programmes, das in der bekannten Arbeit des Verfasser zur Auffassung des Grundgebirges niedergelegt ist. Aus Eruptivgesteinen hervorgehende krystalline Schiefer werden durch das Präfix „Ortho-", aus Sedimenten hervorgegangene durch „Para-" bezeichnet. Sonach gibt es Orthogneisse, Paragneisse, Orthoamphibolite, Paraamphibolite etc.

Mikroskopische Structurbilder der Massengesteine in farbigen Lithographien herausgegeben von Dr. Fritz Berwerth, a. ö. Professor der Petrographie an der Universität und Custos am k. k. naturhistorischen Hofmuseum in Wien. — Nach der Natur lithographirt von A. Berger und L. Steiner. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Buchhandlung.

Von diesem vortrefflichen Tafelwerk wurde kürzlich die zweite, 8 Tafeln enthaltende Lieferung ausgegeben. Sehr gut gelungen sind die Abbildungen von vitrophyrischem Basalt, Basalt vom Meissner, Olivingabbro und Eläolithsyenit, welche vitrophyrische, Intersertal-Structur und hypidiomorph körnige Structur trefflich versinnlichen. Weniger glücklich erscheint dem Referenten das Bild Aplit, das panidiomorph körnige Structur repräsentiren soll. F. Becke.

---

[1]) Der Autor erweist dem Referenten die Ehre, in Verbindung mit diesen Ideen seinen Namen zu nennen. Mit noch mehr Recht hätte Lepsius Anspruch darauf, genannt zu werden, der den gleichen Gedanken vor dem Referenten ausgesprochen hat in seiner Geologie von Attika.

[2]) Vergl. F. Becke, Zonenstructur bei Feldspathen. „Lotos", 1897, Nr. 4.

Druck von Gottlieb Gistel & Comp. in Wien.

Digitized by Google

IV. Experimentelle Untersuchungen über die Bildung der Minerale im Magma.

Von **Józef Morozewicz** in Warschau.

(Fortsetzung, vergl. pag. 1.)

Abschnitt III.

Chemische Zusammensetzung der aus Silicatschmelzen ausgeschiedenen Pyroxene.

Die gesteinsbildenden Pyroxene unterscheiden sich durch eine markante Mannigfaltigkeit ihrer chemischen Zusammensetzung. Es sind das Metasilicate, die einer sit venia verbo stark ausdehnbaren Formel entsprechen. Viele von ihnen enthalten ausser Magnesia, Kalk und Eisenoxydul (in Silicatform $MeSiO_3$) noch bedeutende Mengen von Eisenoxyd, Thonerde, Alkalien. Erdalkalien sind in ihnen in verschiedenen Verhältnissen enthalten; bei gleichzeitiger Gegenwart von Thonerde ist aber gewöhnlich $MgO + FeO > CaO$. Diese Verallgemeinerung Tschermak's hat sich aber in Bezug auf manche von Doelter[1]) und anderen analysirte Pyroxene als nicht ganz richtig erwiesen. Thonerde- und Eisenoxydmengen sind noch grösseren Schwankungen unterworfen, mitunter fehlen sie fast gänzlich, in anderen Fällen dagegen steigt ihr Gehalt im Mineral bis 20 Procent und mehr. Gleiches können wir auch von Alkalien sagen, die in kleinen Mengen (1—3 Procent) in vielen gesteinsbildenden Pyroxenen entdeckt worden sind, deren Gehalt aber bis 10 Procent und darüber wächst.[2]) Solche Schwankungen der Pyroxenzusammensetzung führten zu verschiedenen Ansichten über ihre chemische Natur. Rammelsberg[3]) meinte anfänglich, Thonerde bilde hier eine isomorphe Mischung mit dem Metasilicat $(Ca, Mg, Fe)\ SiO_3$; diese wenig wahrscheinliche Annahme wurde aber nach der Veröffentlichung der Tschermak'schen Studie[4]) aufgegeben. Prof. Tschermak hat be-

[1]) C. Doelter, T. M. P. M., 1877, Bd. I, pag. 79; ibid. 1877, Bd. III, pag. 279.

[2]) Vergl. die in dieser Hinsicht besonders interessante Arbeit: P. Mann, Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung einiger Augite aus Phonolithen und verwandten Gesteinen. N. J. f. M., 1884, Bd. II, pag. 172.

[3]) Rammelsberg, l. c.

[4]) Tschermak, Ueber Pyroxen und Amphibol. M. P. M., 1871, pag. 30.

Digitized by Google

wiesen, dass in thonerdehaltigen Pyroxenen ein gewisser Theil von Magnesia ein mit dem Metasilicat $MeSiO_3$ isomorphes Thonerdesilicat $MgAl_2SiO_6$ bilden müsse, weil in diesen Pyroxenen $Ca < Mg + Fe$ ist. Die Theorie von Tschermak wurde später von Doelter[1]) erweitert, der auf Grund der Analysen von gesteinsbildenden Pyroxenen dem Tschermak'schen Thonerdesilicat die Allgemeinformel $Me(Al, Fe)_2SiO_6$, worin $Me = Ca, Fe, Mn$ ist, gibt. Diese Deutung der Pyroxenzusammensetzung wird zur Zeit von den meisten Forschern angenommen, die Alkalien werden aber gewöhnlich von Akmit- oder Jadeitsilicat $Na_2(Al,Fe)_2Si_4O_{12}$ gebunden. Manche gesteinsbildenden Pyroxene unterscheiden sich durch einen besonders grossen Gehalt von Sesquioxyden und Alkalien, wie aus den speciellen Abhandlungen von Doelter[2]), Mann[3]), Merian[4]), Wülfing[5]) u. a. ersichtlich ist. In manchen Fällen übersteigt die im Pyroxen- (Augit) Molekül enthaltene Thonerdesilicatmenge diejenige des Metasilicats, wie z. B. in den von Doelter untersuchten „echten Augiten" von Capverde (57 Procent MeR_2SiO_6), in den von Mann aus Phonolithen (Hohentwiel, Elfsdalen) ausgesonderten Augiten u. s. w. Auf Grund der von den genannten Forschern erhaltenen analytischen Angaben lässt sich der Schluss ziehen, die Pyroxenzusammensetzung hänge wesentlich von der chemischen Zusammensetzung des ihn ausscheidenden Magmas ab. Besonders lehrreich ist in dieser Beziehung die erwähnte Arbeit von Mann, der Augite aus Phonolithen, Leucitophyr und Hauynophyr isolirte. Phonolithische Augite sind reich an Alkalien (vorzugsweise Na_2O), deren Gehalt gleich 9, respective 13 Procent ist (im Gestein beträgt derselbe über 15 Procent, Phonolith von Elfsdalen); auf 22·5 Procent, respective 19·3 Procent $(FeO + CaO + MgO)$ in der allgemeinen Zusammensetzung der Gesteine enthält der aus Leucitophyr ausgeschiedene Augit (Burberg) nur 3·4 Procent Alkalien und 38·5 Procent Erdalkalien, der aus kalkreichem Hauynophyr ausgeschiedene

---

[1]) Doelter, Ueber die Constitution der Pyroxene. T. M. P. M., 1879. Vergl. auch seine Allg. Chem. Mineralogie, pag. 259.

[2]) Doelter, l. c. und auch N. J. f. M., 1885, Bd. I.

[3]) L. c.

[4]) A. Merian, Studien an gesteinsbildenden Pyroxenen. N. J. f. M., 1884, B.-Bd. III.

[5]) E. A. Wülfing, Beiträge zur Kenntnis der Pyroxenfamilie. T. M. P. M., 1895, Bd. 15.

Digitized by Google

Augit (Melfi) 2 Procent Alkalien auf 23 Procent Erdalkalien. Wir müssen voraussetzen, und es ist das auch aus derselben Arbeit von Mann ersichtlich, dass der Gehalt des Silicats MeR_2SiO_6 im sich aus dem Magma ausscheidenden Pyroxen desto höher ist, je mehr Oxyde vom Typus R_2O_3 das Magma enthält. Aus unserem Abschnitt II lässt sich sogar schliessen, dass in Pyroxenen diejenige Thonerdemenge enthalten ist, die in Form von Alumosilicaten vom Typus $MeO \,.\, Al_2O_3 \,.\, nSiO_2$ $(Me = K_2,\ Na_2,\ Ca)$, das heisst in Form von Feldspathen, Feldspathoiden, Nephelin, Biotit u. dergl. nicht gebunden werden kann. Infolge dessen spielt die Thonerde in Pyroxenen die Rolle eines unbeständigen und gleichsam zufälligen Bestandtheiles, die Rolle eines mit Thonerdesilicaten nicht fest gebundenen Restes. Wir sind nicht im Besitze von genügenden Angaben, um diese Rolle näher zu bestimmen, es scheint aber keinem Zweifel zu unterliegen, dass die Thonerdemenge in gesteinsbildenden Pyroxenen vom Verhältnis der Basen K_2O, Na_2O und CaO zu ihrer allgemeinen Summe im Magma wesentlich abhängt. Dieses Verhältnis ist so zu sagen ihr Regulirungsmoment. Von der Gegenwart der Thonerde und überhaupt der Oxyde R_2O_3 im Pyroxen hängt die Schreibeweise seiner Formel ab, die für gesteinsbildende Pyroxene übereinstimmend mit den Arbeiten der oben erwähnten Forscher folgendermassen ausgedrückt werden kann: $m\,MeSiO_3 \,.\, n\,MeR_2SiO_6 \,.\, p\,Me_2R_2Si_4O_{12}$, wo $Me = Ca, Mg, Fe$; $Me_2 = Na_2$; $R_2 = Al_2, Fe_2$. Gewöhnlich sind blos die zwei ersten Glieder dieser Formel vorhanden, seltener alle drei; und nur in den seltensten Fällen ist das zweite und das letzte Glied vorwiegend. Eine selbständige Existenzfähigkeit des zweiten Gliedes ist in der Natur hypothetisch; die weiteren Untersuchungen und Versuche sollen entscheiden, inwiefern es thatsächlich eine besondere chemische Verbindung darstellt.

Leider beziehen sich die experimentellen Untersuchungen vorzüglich auf reine, sich in Alumosilicatmagmen aller Wahrscheinlichkeit nach selten bildende Metasilicate. Augit wird in Silicatmagmen sehr leicht erhalten; in dieser Hinsicht wird er nur von Olivin übertroffen; demgemäss wurden beide früher als alle anderen Lavenminerale durch unmittelbares Schmelzen der Bestandtheile künstlich dargestellt (Berthier, 1823, l. c.). Der rhombische Pyroxen (Enstatit), der von Daubrée (l. c.) bei seinen berühmten Versuchen über die Darstellung von Meteorsteinen erhalten wurde, krystallisirt

Digitized by Google

gleichfalls sehr leicht. Aus den Alkalien und Thonerde enthaltenden Silicatmischungen bildete sich in Schmelzen von Fouqué und M.-Lévy (l. c.) Augit zusammen mit anderen gesteinsbildenden Silicaten (Feldspathen, Nephelin, Olivin u. a.), seine chemische Natur wurde aber nicht näher untersucht. Auch Rhodonit, ein Mangansilicat, zeichnet sich aus durch grosse Krystallisationsfähigkeit aus den seiner Zusammensetzung entsprechenden Schmelzen.[1]) Was thonerdehaltige Pyroxene anbetrifft, so scheint ihre Bildung in Silicatschmelzen äusserst wahrscheinlich zu sein, jedoch ist das noch nicht bewiesen. Die betreffenden Versuche[2]) Doelter's sind nicht genug überzeugend, weil sie nicht analytisch bestätigt worden sind. Doelter erhielt beim Schmelzen von verschiedenen Mischungen der allgemeinen Zusammensetzung: $MeO \,.\, R_2O_3 \,.\, SiO_2$ augitähnliche, von Glas umgebene Ausscheidungen, da aber weder das erste, noch die letzteren analysirt wurden, können wir über die chemische Zusammensetzung der gebildeten Pyroxene nicht mit voller Ueberzeugung urtheilen. Bäckström[3]) und darauf vor kurzer Zeit Doelter[4]) machen eine Mittheilung über aus Schmelzen der Zusammensetzung $Na_2Fe_2Si_4O_{12}$- erhaltenen Aegirin und Akmit, doch gleichfalls ohne analytische Nachprüfung.

Sehr interessante und wichtige Beobachtungen über die Bildung von Pyroxenen in alkalifreien Schlacken finden wir bei Vogt.[5]) Unter den von ihm untersuchten Producten fanden sich zwei (Nr. 52 und 53), die in Form von Augit ohne Spuren von glasiger Basis auskrystallisirt waren; diese Schlacken bestehen aus: 56·6—56·7 SiO_2, 5·9—7·0 Al_2O_3, 24·9—18·8 CaO, 11·1—16·4 MgO, 1·1—0·1 MnO, 1·3—0·5 FeO; die Zusammensetzung der aus ihnen ausgeschiedenen Augite muss offenbar dieselbe sein. Da letztere sehr reich an Kieselsäure sind, stellt Vogt für sie Formeln auf, wo sich in einer Reihe mit dem Metasilicat $MeSiO_3$ noch die Verbindung $Al_2Si_3O_9$ befindet. Seiner Meinung nach bildet diese eine isomorphe Mischung mit vorwiegendem Metasilicat und tritt „in Ausnahmefällen" in das Molekül der gesteinsbildenden Augite (z. B. in der Verbindung $CaAl_2Si_4O_{12} =$

[1]) Bourgeois, Bull. Soc. Min., 1883, Bd. VI, pag. 64.
[2]) C. Doelter, Zur Synthese des Pyroxens. N. J. f. M., 1884, Bd. II, pag. 58.
[3]) Bäckström, Bull. soc. min., 1893, Bd. VI, pag. 130.
[4]) N. J. f. M., 1897, Bd. I. Synthetische Studien, pag. 16.
[5]) J. H. L. Vogt, l. c., pag. 34—80.

Digitized by Google

$= CaSiO_3 + Al_2Si_3O_9$) hinein. Folglich sind wir im Besitze von drei mit dem Metasilicat $MeSiO_3$ isomorphen Molecularcomplexen: 1. $MeR_2Si_2O_6$, 2. $Me_2R_2Si_4O_{12}$ und 3. $R_2Si_3O_9$, von denen der erste und dritte bis jetzt noch nicht in freiem Zustande bekannt sind.

Als eines der wichtigsten Resultate der Vogt'schen Arbeit müssen die von ihm festgestellten Bedingungen der Ausscheidung von verschiedenartigen Metasilicaten in alkali- und eisenoxydfreien und geringe Mengen von Thonerde enthaltenden Schlacken angesehen werden. Ist das Verhältnis $CaO : MgO = 1$, so bildet sich monokliner Augit (Auslöschung: 37—40 Grad); er krystallisirt auch bei anderen Verhältnissen $CaO : MgO$, welche bis 3 : 1 steigen können, dann aber werden seine Krystalle kleiner; wenn $CaO : MgO = 1 : 3$ oder noch grösser, so scheidet sich statt Augit rhombischer Pyroxen (Enstatit oder — falls FeO vorhanden — Hypersthen) aus; endlich scheidet sich in Schlacken, wo der CaO-Gehalt grösser als im Verhältnis $CaO : MgO = 3 : 1$ ist, grösstentheils oder ausschliesslich das hexagonale Metasilicat des Calciums $CaSiO_3$ aus. Augenscheinlich müssen sich diese Verhältnisse bei gewöhnlichen, ausser Kalk, Magnesia und Eisenoxydul, noch Alkalien und Eisenoxyd haltenden Alumosilicatmagmen etwas anders gestalten, qualitativ aber müssen sie gleich bleiben. Folglich sehen wir, dass die Bildung von diesem oder jenem Pyroxentypus, vorzugsweise von den quantitativen Verhältnissen der Basen abhängt, und dass Metasilicate, die, so zu sagen, den Kern des molecularen Aufbaues der Pyroxene bilden, noch Eisenoxyd und Thonerde, sowie Alkalien in verschiedenen Verhältnissen in ihr Molekül aufnehmen können. Aus den vorhandenen Formeln und ihrer Erklärung lässt sich die Folgerung ableiten, dass sich Sesquioxyde mit dem Metasilicat zu einer Verbindung MeR_2SiO_6, wo $Me = Ca, Mg, Fe$, seltener Na_2; $R_2 = Fe_2, Al_2$, vereinigen; oder zu einer Verbindung $Me_2R_2Si_4O_{12}$, wo $Me_2 = Na_2$, seltener Ca; $R_2 = Al_2$, Fe_2, wobei erstere Verbindung hauptsächlich in kieselsäurearme (SiO_2 42—48 Procent, vergl. Analysen von Doelter l. c., Mann l. c. u. A.) Augite, letztere in Augite von hohem Kieselsäuregehalt (49—57 Procent, wie z. B. in Vogt'schen Schlacken und vielen natürlichen Augiten [1]), eintritt.

Die unten angeführten, auf Grund des aus verschiedenen Basaltschmelzen ausgeschiedenen Materials festgestellten analytischen An-

[1]) Vergl. Hintze, Handbuch der Mineralogie, Bd. II, pag. 1096—1113.

Digitized by Google

gaben sollen uns erklären, inwiefern die chemische Zusammensetzung der synthetisch erhaltenen Metasilicate mit der Zusammensetzung der gesteinsbildenden Pyroxene übereinstimmt, vor allen Dingen aber, inwiefern letztere fähig sind, Eisenoxyd und Thonerde und in welcher Form in ihr Molekül aufzunehmen.

I. Rhombischer Pyroxen (Enstatit).

(Fig. 2 und 5, Taf. IV.)

In einer der Zusammensetzung des „theoretischen", magnesiareichen Basalts entsprechenden Schmelze haben sich sehr regelmässige und ziemlich grosse rhombische Pyroxen- und Olivinkryställchen ausgeschieden, die von einer aus monoklinem Pyroxen, Plagioklas, Magnetit, Hämatit und einer geringen Menge von Glasbasis bestehenden Grundmasse umschlossen waren (Fig. 2, Taf. IV). Die ungefähr den dritten Theil der Schmelze bildenden rhombischen Pyroxenkryställchen sind im Durchschnitt 0·5 Millimeter lang und 0·2 Millimeter breit, Dimensionen, die ein erfolgreiches Isoliren aus der Schmelze gestatteten, was folgendermassen vor sich ging. Die zerpulverte Schmelze wurde im Wasser sorgfältig ausgeschlämmt und mittels eines Siebes von 0·25 Millimeter Maschenweite durchgesiebt. Um die magnetithaltigen Körnchen zu entfernen, wurde das Pulver der Wirkung eines Elektromagneten bei schwacher Stromstärke und bei 1·5 Centimeter grosser Polentfernung ausgesetzt. Das zurückgebliebene Gemisch wurde in die Thoulet-Goldschmidt'sche Flüssigkeit von nicht über 3·0 betragendem specifischem Gewicht eingetaucht; die gemischten, aus Pyroxen, Glas und Feldspath bestehenden Körnchen schwammen oben, die reinen Pyroxenstückchen sanken unter. Die beiden, auf diese Weise erhaltenen Portionen wurden nachher chemisch bearbeitet; die leichtere wurde in einem warmen Wasserbade 24 Stunden lang mit concentrirter Aetznatronlösung digerirt, worauf sich die ein wenig zusammengesinterte Masse in starker Salzsäure löste, nur vollständig reinen, homogenen, hellgelben Pyroxen ausgenommen; die schwerere Portion wurde mit starker Salzsäure bis zur vollständigen Entfernung der noch zurückgebliebenen Magnetit- und Hämatittheilchen behandelt und dann mehrmals bis zur Trennung der gemischten Körnchen von den homogenen in die erwähnte schwere Flüssigkeit eingetaucht. Der am Boden des

Digitized by Google

Harada'schen Apparates abgesetzte Pyroxen erwies sich unter dem Mikroskop als eben so rein wie das Pulver der ersten Portion. Mit Hilfe dieser Methode ist es mir gelungen, ungefähr 3 Gramm rhombischen Pyroxen, das heisst eine für eine vollständige chemische Analyse genügende Menge, zu erhalten. Die optisch-mikroskopische Beschaffenheit der sich als Enstatit erweisenden Kryställchen werde ich im petrographischen Theil besprechen, hier will ich blos bemerken, dass das zur Analyse angewandte Pulver im auffallenden Lichte von einer lichten strohgelben Farbe und im durchgehenden Lichte fast farblos war; alle Splitterchen zeichneten sich durch eine gerade Auslöschung und niedrige Doppelbrechung des Lichtes aus. Das mittels der Westphal'schen Wage und einer schweren Flüssigkeit *(KI . HgI_2)* bestimmte specifische Gewicht ist gleich 3·087 bei 17° C.

Tabelle XI.

Die Zusammensetzung des Enstatits und des ihn ausscheidenden Magmas.

	20	20*a*.	21.	Molecularverhältnisse
SiO_2	53·07	53·2	52·30	
Al_2O_3 . . .	4·12	4·0	16·68	
Fe_2O_3 . . .	6·08	6·3	9·42	21. . . $CaO : (MgO + FeO) =$
FeO	0·94	0·7	1·06	$1.18 : 3.47 =$
CaO	2·85	2·8	6·60	$1 : 2.94$
MgO	33·75	33·0	13·26	
K_2O	—	—	0·56	
Na_2O . . .	—	—	1·01	
	100·81	100·0	100·89	

20. Zusammensetzung des aus dem Magma 21 ausgeschiedenen Enstatits.

Der hohe Gehalt von Oxyden vom Typus R_2O_3 und der niedrige von Eisenoxydul ist diesem Pyroxen wie auch manchen natürlichen Enstatiten eigenthümlich. Das Eisenoxydul wurde zweimal bestimmt: 1. 0·94 Procent, 2. 1·0 Procent. Der Mehrgehalt von Fe_2O_3 im Vergleich mit FeO ist von Sommerlad[1]) im rhombischen Pyroxen aus Basalt von Lauterbach und die Gegenwart von Al_2O_3 in einer Menge

[1]) Sommerlad, N. J. f. M., 1833, B.-Bd. II, pag. 179. Vergl. auch Hintze, l. c. pag. 1000, Nr. XII u. a.

Digitized by Google

von 4 Procent in vielen natürlichen Enstatiten und Hypersthenen constatirt worden. In die Mischung 21 wurde Eisen in Hämatitform eingeführt und daher dürfen wir uns nicht wundern, dass unser Enstatit 6 Procent davon aufgenommen hat. Durch die Wirkung der sich im Magma in einer Menge von 16·7 Procent befindenden Thonerdemasse wird ebenso der Umstand erklärt, dass 4 Procent Thonerde vom Enstatit aufgenommen worden waren.

Auf Grund des oben Gesagten können wir die Pyroxenzusammensetzung (20) in der Form: $5^1/_8\ MeMeSi_2O_6 . MeR_2SiO_6$ oder genauer:

$$\left.\begin{matrix}10\ MgSiO_3\\ 1/_8\ FeSiO_3\\ 1/_8\ CaSiO_3\end{matrix}\right\} . \left\{\begin{matrix}1/_2\ MgFe_2SiO_6\\ 1/_2\ CaAl_2SiO_6\end{matrix}\right\} \quad \ldots . \quad (20\,a)$$

81 Procent 19 Procent

darstellen.

Die dieser Formel (20 *a*) entsprechenden Procentverhältnisse stimmen mit den aus Analyse 20 erhaltenen Zahlen durchaus überein. Mittels einfacher Berechnung lässt sich leicht finden, dass im vorliegenden Falle das Enstatitmolekül aus 81 Procent Metasilicat $MeMeSi_2O_6$ und ungefähr 19 Procent Thonerdesilicat MeR_2SiO_6 besteht.

21. Zusammensetzung des Magmas, aus welchem sich Enstatit ausgeschieden hat, und das ein wenig basischer als derselbe ist. Letzterer Umstand hängt vom in den Poren zurückgehaltenen, theilweise ungeschmolzenen Hämatit ab, dessen Menge den Procentgehalt von Kieselsäure in der Schmelze herabdrückt. Das Verhältnis des Kalks zur Summe von Magnesia und Eisenoxydul ist gleich 2·94, das ist beinahe 3. und aus solchen Magmen müsste sich nach Vogt hauptsächlich rhombischer Magnesiapyroxen ausscheiden, was auch in der That durch unseren Versuch bestätigt wird. Bemerkenswert ist auch, dass monokliner (weniger Magnesia und mehr Kalk enthaltender) Pyroxen sich vorzugsweise in der Grundmasse, das heisst später wie der rhombische Pyroxen, der mit einer dünnen Schicht des ersteren bedeckt wird und den Kern bildet, ausgeschieden hat. Diese Erscheinung lässt sich ganz einfach erklären: so lange das Magma magnesiareich und mit dem Metasilicat $MgSiO_3$ übersättigt war, schied sich Enstatit aus ihm aus, nach einiger Zeit aber fing es, als aus der Lösung überschüssiges $MgSiO_3$ entfernt war, sich mit Kalk zu bereichern an, und als das Verhältnis $MgO : CaO$ bedeutend

Digitized by Google

kleiner als 3 geworden war, begann monokliner Augit, der sich auf den rhombischen Krystallen ablagerte und sich später in grosser Menge in der Grundmasse der Schmelze ausschied, auszukrystallisiren. Eine völlig analoge Erscheinung ist auch von Vogt[1]) beschrieben worden.

Auf Grund der oben erhaltenen factischen Angaben und der Vogt'schen Beobachtungen gelangen wir zum Schlusse, dass sich rhombischer Pyroxen aus Basaltmagmen, wo das Verhältnis $(MgO + FeO) : CaO$ annähernd gleich 3 (oder grösser) ist, bei einem der Metasilicatbildung entsprechenden Kieselsäuregehalte ausscheiden kann; ferner ist aus Tabelle XI ersichtlich, dass Enstatit gegen 10 Procent der Oxyde R_2O_3, die aller Wahrscheinlichkeit nach in Form des Tschermak'schen Silicates MeR_2SiO_6 gebunden sind, in sein Molekül aufzunehmen vermag; die Menge des letzteren ist im vorliegenden Falle ungefähr gleich 19 Procent.

2. Monokliner Pyroxen (Augit).

(Fig. 4, Taf. IV.)

In einer Schmelze, deren Zusammensetzung dem Melilithbasalt von Hochbohl[2]), ausgenommen Kieselsäure und Alkalien (deren Mengen vergrössert wurden), entspricht, krystallisirt besonders leicht monokliner Augit. Seine circa 1·5 *mm* langen Kryställchen lassen sich mit blossem Auge leicht erkennen; sie sind von einer aus Olivin, Titaneisen, Magnetit, den rothbraunen Nadeln eines anderen Augits, Feldspath und Glasbasis bestehenden Grundmasse umgeben (Fig. 4, Taf. IV). Ungeachtet dessen, dass die Dimensionen dieser Augitkrystalle bedeutend grösser, als diejenigen des rhombischen Pyroxens sind, war ihr Isoliren aus der Schmelze mit gewissen Schwierigkeiten verbunden. Das ausgeschlämmte und getrocknete Pulver vom Durchmesser $< 0{\cdot}25$ Millimeter wurde zuerst der Wirkung eines Elektromagneten, der fast alles Titaneisen, Magnetit und andere Beimengungen beseitigte, ausgesetzt. Zwecks vollständiger Entfernung der freien *Fe*-Oxyde wurde das Pulver 24 Stunden lang mit starker Salzsäure digerirt und nachher während längerer Zeit in einer Aetznatronlösung gekocht. Nach diesen Operationen wurde das anfänglich dunkelbraune

[1]) J. H. L. Vogt, l. c. pag. 75.

[2]) J. Roth, Gesteinsanalysen, 1884, LXIV, Nr. 9.

Digitized by Google

Pulver braungelb; auf vielen Körnchen waren aber die weissen Theilchen der zerlegten Grundmasse zu sehen. Wegen eines recht geringen Unterschiedes zwischen dem specifischen Gewichte der reinen und der gemischten Körnchen machte das Isoliren der letzteren von dem reinen Augit grosse Schwierigkeiten. Diese gemischten Körnchen konnten erst nach mehrmaligem Eintauchen in die Thoulet-Goldschmidt'sche Flüssigkeit von etwas über 3·1 steigendem specifischen Gewichte entfernt werden. Die Dichte des reinen Pulvers wurde in derselben Flüssigkeit mittels der Westphal'schen Wage bei 16° C. bestimmt; sie beträgt 3·177. Unter dem Mikroskop zeigte sich ein gelbes, schwach pleochroitisches Pulver mit hohen Interferenzfarben; die Auslöschung der einzelnen Splitterchen erreicht ungefähr 45°. Das oben beschriebene Verfahren ergab gegen 3·5 Gramm Augit, was seine vollständige chemische Analyse auszuführen gestattete.

Tabelle XII.

Zusammensetzung des monoklinen Pyroxens und des ihn ausscheidenden Magmas.

	22	22*a*	23	Molecularverhältnisse
SiO_2	46·93	47·6	42·90	
TiO_2	Spuren		0·50	
Al_2O_3	6·76	6·3	7·91	
Fe_2O_3	10·82	11·3	15·19	23. . . $CaO : MgO =$
FeO	0·70	0·7	1·03	$2.5 : 3.14 =$
CaO	20·00	20·0	14·00	$1 : 1.25$
MgO	12·70	12·2	12·58	
K_2O	Spuren		0·52	
Na_2O	1·72	1·9	6·63	
	99·63	100·0	101·26	

22. Zusammensetzung des aus dem Magma 23 ausgeschiedenen, eisenoxydreichen (10·8 Procent) Augits. Bei der Bereitung der Mischung wurde Eisen in Form von Hämatit, der beim Schmelzen zum Theil in Eisenoxydul von einer nicht über 1 Procent reichenden Menge reducirt worden war, genommen. Aus einem Vergleich der Augit- (22) und Magma- (23) Analysen ergibt sich, wie weit die Zusammensetzung des ersteren von den Hauptbestandtheilen des letzteren abhängt; in den Augit traten im Magma reichlich vorhandenes Eisenoxyd und Alkalien ein; die Augitzusammensetzung

Digitized by Google

erscheint wie eine originelle Nachahmung der Magmazusammensetzung, die ihm als entscheidendes genetisches Moment dient. Die Augitanalyse beweist auch, dass das Diopsidmetasilicat ($MgCaSi_2O_6$) in seinem Molekül die Hauptrolle spielt, weil das Verhältnis $MgO : CaO$ beinahe gleich 1 ist. Doelter[1]) analysirte eine ganze Reihe völlig analog zusammengesetzter Tiroler Augite (aus Augitsyenit) von ungefähr demselben specifischen Gewichte, aber mit einem Mindergehalt von Kieselsäure (42—45 Procent). Rohrbach[2]) hat aus Teschenit Augit von grossem Thonerde- (10·5 Procent) und Eisenoxyd- (10 Procent)-gehalte ausgeschieden und analysirt; phonolithische Augite (Oberschaffhausen, Kaiserstuhl) enthalten nach Knop[3]) 13·2 Procent Fe_2O_3, 2·3 Procent Na_2O, 1·5 Procent TiO_2 u. s. w. Ueberhaupt ist anzunehmen, dass die aus dem Alumosilicatmagma ausgeschiedenen Augite aller Wahrscheinlichkeit nach immer Oxyde vom Typus R_2O_3 in einer grösseren oder kleineren Menge, die, ceteris paribus, ihrer Masse im Magma proportional sein muss, enthalten.

22 *a*. Zusammensetzung des Augits, die der in der Weise berechneten Formel, dass Oxyde R_2O_3 zum Theil mit Magnesia in Form von MgR_2SiO_6, zum Theil aber mit Natron in Form von Thonerdesilicat $Na_2R_2Si_4O_{12}$ gebunden sind, entspricht. Die übrige Menge von Erdalkalien ist mit Kieselsäure in Gestalt des Metasilicats $MeSiO_3$ oder $MeMeSi_2O_6$ gebunden. Diese Berechnung zeigt, dass Augit 22 aus $5^6/_{10}$ $(Ca, Mg, Fe)SiO_3$, $Mg(Al_2, Fe_2)SiO_6$ und aus $^3/_{10}$ $Na_2(Al_2, Fe_2)Si_4O_{12}$ besteht, oder genauer:

$$\left.\begin{matrix} 3^1/_2\ CaSiO_3 \\ 2\ MgSiO_3 \\ ^1/_{10}\ FeSiO_3 \end{matrix}\right\} \cdot \left\{\begin{matrix} Mg(^1/_2 Al_2, {}^1/_2 Fe_2)SiO_6 \\ {}^3/_{10}\ Na_2(^1/_{10}\ Al_2, {}^2/_{10}\ Fe_2)Si_4O_{12} \end{matrix}\right\} \begin{matrix} 25\text{ Procent} \\ 8\text{ Procent} \end{matrix} \quad \ldots (22\,a)$$

67 Procent 33 Procent

Mit Hilfe der Doelter'schen Berechnungsmethode[4]) finden wir nach dieser Formel, dass Augit (22 *a*) 67 Procent Metasilicat $MeSiO_3$, 25 Procent $Mg(Al_2, Fe_2)SiO_6$ und 8 Procent $Na_2(Al_2, Fe_2)Si_4O_{12}$ enthält.

23. Magmazusammensetzung. Auch hier ist Augit, der das Hauptausscheidungsproduct des Magmas bildet, viel reicher an Kiesel-

[1]) Doelter, T. M. P. M. 1877, und Hintze, l. c. pag. 1107 (CV—CVIII).
[2]) Rohrbach, T. M. P. M., VII. (N. F.); Hintze, pag. 1106 (CLXXXVI).
[3]) Knop, Z. f. Kr., X, und Hintze, pag. 1104 (VI).
[4]) Doelter, N. J. f. M., 1885, pag. 55. Hintze, l. c. pag. 1023.

Digitized by Google

säure als das Magma selbst. Kalk und Magnesia sind im Magma in nach Vogt[1]) für die Ausscheidung des Augits günstigem Verhältnis ($CaO : MgO = 1.25$) vorhanden; in der That bildeten sich seine auf Taf. IV, Fig. 4 abgebildeten Krystalle nach 5—6 Stunden.

Das im Perrot'schen Ofen leicht schmelzbare Melilithbasaltmagma bildet ein wertvolles Object, sich mit der Krystallisation des Augits und seinen von der Oxydationsstufe des Eisens abhängigen Eigenschaften vertraut zu machen. Im petrographischen Theile dieser Arbeit sollen Versuche angeführt werden, bei welchen erhalten wurde gelber Augit, der schwachen Pleochroismus und eine Auslöschung von circa 50° aufwies, wenn alles Eisen in Form von Hämatit (15·6 Procent) oder von metallischem Pulver (Feilspänen) verwendet wurde, grüner — mit starkem Pleochroismus und einer Auslöschung von circa 45°, wenn Eisen in die Mischung in Oxydulform eingeführt wurde. In allen Fällen wurden fast gleich grosse Kryställchen gewonnen; daraus lässt sich schliessen, dass sowohl Eisenoxyd wie -Oxydul gleich leicht ins Augitmolekül eintreten kann, wofür als bestes Beweismittel auch der Pyroxen, mit dessen Betrachtung wir uns jetzt beschäftigen wollen, fungiren kann.

3. Monokliner Pyroxen von 73 Procent MeR_2Si_6-Gehalt.

(Fig. 4, Taf. V.)

Im „theoretischen", zwecks der Hauyndarstellung gebildeten Magma schieden sich mit Hauyn zusammen zahlreiche prismatische, rothbraune Kryställchen aus, die ich anfänglich[2]) für rhombischen Kalkeisen-Pyroxen hielt. Eine nähere Untersuchung der aus der Schmelze erhaltenen Kryställchen ergab jedoch, dass sie nicht zum rhombischen, sondern zum monoklinen System, aber mit einem kleinen Winkel der Auslöschungsschiefe auf (010), der gleich circa 8° ist, gehören. Auch die chemische Natur dieses Pyroxens hat sich als anders, wie ich damals annahm, erwiesen. Da die aus Hauyn, Anorthit, Magnetit und einer geringen Menge Basis bestehende Schmelze in Säuren leicht zersetzbar ist, so lässt sich der in Säuren schwer lösliche Pyroxen sehr einfach isoliren. Die zerpulverte Schmelze wird

[1]) J. H. L. Vogt, l. c. pag. 35.

[2]) Vergl. die vorläufige Mittheilung im N. J. f. M., 1893, II: J. Morozewicz, Petrographisch-synthetische Mittheilungen, pag. 46—47.

Digitized by Google

mit schwacher Salzsäure behandelt, die Lösung zum Trocknen verdampft, der Rückstand wieder mit Säure versetzt und filtrirt; auf dem Filter bleibt nur Kieselsäure und Pyroxen zurück, der durch Kochen mit Aetznatron getrennt wird. Schliesslich wurde der Pyroxen in eine schwere Flüssigkeit vom specifischen Gewichte 3·18 eingetaucht, — das reine Pyroxenpulver sank zu Boden und die gemischten Körnchen schwammen oben. Das auf diese Weise erhaltene Pulver (in einer Menge von 3 Gramm) zeigte schöne chocoladenbraune Farbe und Seidenglanz. Sein specifisches Gewicht wurde nicht näher bestimmt, ist aber offenbar grösser als 3·18. Nach 12stündigem Behandeln mit starker und heisser Salzsäure zerlegt sich dieses Pulver, wobei pulverförmige Kieselsäure ausgeschieden wird. Diese Eigenschaft des Pulvers, sich unter dem Einflusse starker Säuren langsam zu zerlegen, weswegen es sich von anderen, bedeutend leichter löslichen Bestandtheilen der Schmelze trennen lässt, steht mit seiner Pyroxennatur scheinbar in Widerspruch, wird aber durch seine eigenartige chemische Zusammensetzung erklärt. Die Kryställchen, die eine Pyroxenspaltbarkeit (Winkel 88°), hohe Interferenzfarben, schiefe Auslöschung auf (010), specifisches Gewicht über 3·18 besitzen, enthalten, wie sich aus Tabelle XIII, Anal. 24 ergibt, gegen 28 Procent $Fe_2O_3 + FeO$, aber nur 1·6 Procent MgO und 31 Procent SiO_2. Ein so zusammengesetztes Mineral, das die morphologischen Eigenschaften der Pyroxene behält, muss sich gleichzeitig gegen Säuren anders verhalten, ähnlich wie z. B. Lepidomelan, ein eisenreicher und fast keine Magnesia enthaltender Glimmer, der in starken Säuren löslich, und Biotitglimmer, der unlöslich ist; wie Magnetitspinell und Pleonastspinell, die sich gegen diese Säuren verschieden verhalten u. s. w. Auch Doelter[1]) hat bemerkt, dass die aus seinen Schmelzen vom Typus $\overset{II}{R}O.\overset{III}{R_2}O_3.SiO_2$ erhaltenen eisenreichen Augite in Säuren löslich sind. Das ist aber, wie Doelter sagt, keine besondere Eigenschaft der „künstlichen Pyroxene", sondern es gilt allgemein für Pyroxene, in welchen das Silicat MeR_2SiO_6 die Hauptrolle spielt.

[1]) Doelter, Zur Synthese des Pyroxens, N. J. f. M., 1884, II, pag. 65—66.

Digitized by Google

Tabelle XIII.

	24	24*a*	24*b*	25
SiO_2	31·56	30·87	31·1	37·70
Al_2O_3	11·40	13·82	11·7	21·95
Fe_2O_3	27·65	25·35	27·6	9·35
FeO	1·12	1·12	1·0	0·80
MnO	3·93	4·08	4·1	3·00
CaO	21·86	22·17	21·0	17·10
MgO	1·65	1·54	1·7	0·53
K_2O	—	0·43	—	1·20
Na_2O	—	1·51	1·8	4·92
SO_3	—	—	—	3·70
	—	100·89	100·0	100·25

24. Analyse des mit $KNaCO_3$ zusammengeschmolzenen Pyroxens.

24*a*. Zusammensetzung desselben Pyroxens, der sich in starker Salzsäure nach 12 Stunden zersetzte.

Wie oben erwähnt, besteht die Eigenthümlichkeit dieses Pyroxens im grossen Gehalte an Eisenoxyd (27 Procent) in seiner Armut an Magnesia (1·6 Procent) und in seiner geringen Kieselsäuremenge (31 Procent). An Eisenoxyd sehr reiche und gleichzeitig alkaliarme Pyroxene finden sich in der Natur sehr selten, existiren aber, soweit die vorhandenen analytischen Angaben beurtheilen lassen, ohne Zweifel. In der Zusammenstellung von Analysen im monumentalen Werke von Hintze[1]) ist die Zusammensetzung einiger amerikanischer Augite, die, wenn auch nicht quantitativ, so doch qualitativ an den Pyroxen 24 erinnern, angeführt. So besteht Nr. CCLXVI aus 42·5 SiO_2, 15·4 Al_2O_3, 11·3 Fe_2O_3, 22·7 CaO, 7·5 MgO; sehr nahe dem Pyroxen 24 steht offenbar Nr. CCLXXX, worin SiO_2 37·9, Al_2O_3 12·7, Fe_2O_3 36·8, CaO 11·4, MgO 1·9 enthalten ist; da diese Analyse aber schon vor sehr langer Zeit (von Beck 1842) ausgeführt ist, bleibt unaufgeklärt, ob der Pyroxen ausschliesslich Eisenoxyd oder Oxyd und Oxydul zusammen enthalten hat; letzteres scheint wahrscheinlicher zu sein, weil er eine zu geringe Menge an Basen vom Typus MeO enthält. Sollten wir dagegen, wie in der Analyse angegeben ist, nur das Eisenoxyd in Betracht ziehen, so könnte man die Zusammensetzung dieses Pyroxens folgendermassen ausdrücken: $2^1/_2$ MeR_2SiO_6 (Tschermak's Silicat) und $R_2Si_3O_9$ (Vogt's Silicat). Auch in unserem künstlichen Pyroxen kommt das Tschermak'sche

[1]) Hintze, Handbuch der Mineralogie, pag. 1111.

Digitized by Google

Silicat als vorwiegendes Element vor. Rechnen wir seine molecularen Verhältnisse aus und nehmen wir Me_2O gleich 1 an, so erhalten wir:

$$Me_2O : MeO : R_2O_3 : SiO_2 = 1 : 17 : 10 : 18 \text{ oder}$$
$$(Me_2O + MeO) : R_2O_3 : Si_2O = 18 : 10 : 18 = 9 : 5 : 9.$$

Aus diesen Verhältnissen kann man schliessen, dass $^5/_9$ der Basen in der Silicatform $(Me_2, Me)R_2SiO_6$, $^4/_9$ in der Form des Metasilicats $MeSiO_3$ gebunden sind. Eine ausführliche Formel dieser Verbindung kann auf zweierlei Weise aufgestellt werden:

$$\left.\begin{array}{l} 10 \left\{\begin{array}{l} 5\ CaFe_2SiO_6 \\ 2\ MnAl_2SiO_6 \\ 1^1/_2 MgAl_2SiO_6 \\ 1\ Na_2Fe_2SiO_6 \\ ^1/_2 FeAl_2SiO_6 \end{array}\right\} \text{. } 8\ CaSiO_3 \text{ . . . . . } 1 \\ \qquad \text{73 Procent} \qquad\qquad \text{27 Procent} \\ 10 \left\{\begin{array}{l} 4\ CaAl_2SiO_6 \\ 6\ CaFe_2SiO_6 \end{array}\right\} \text{. } 8 \left\{\begin{array}{l} 3\ CaSiO_3 \\ 2\ MnSiO_3 \\ 1^1/_2\ MgSiO_3 \\ 1\ Na_2SiO_3 \\ ^1/_2\ FeSiO_3 \end{array}\right\} \text{ . . . . } 2 \\ \qquad \text{73 Procent} \qquad\qquad \text{27 Procent} \end{array}\right\} \quad \ldots (24\,b)$$

In beiden Berechnungsweisen ist das Procentverhältnis zwischen MeR_2SiO_6 und dem Metasilicat $MeSiO_3$ fast ein und dasselbe, nämlich vom ersteren 2·7mal mehr wie vom letzteren.

25. Zusammensetzung des Magmas, aus welchem sich der Pyroxen ausgeschieden hat. Da die Schmelze im ganzen 0·5 Procent Magnesia enthält und da sich letztere nur im Pyroxen befinden kann, kann man nach ihrer Menge diejenige des Pyroxens in der Schmelze, die ungefähr gleich 30 Procent ist, berechnen. Beim Isoliren mittels Säure erhielt man nur 21 Procente Pyroxen.

Auf Grund des Obengesagten kommen wir zum interessanten, auch von Doelter[1]) schon erwähnten Schlusse, dass Tschermak's hypothetisches Thonerdesilicat MeR_2SiO_6 in der That existirt und sehr einfach im Gemisch mit dem ihm quantitativ untergeordneten Metasilicat künstlich erhalten werden kann; es ist in Säuren leichter als das entsprechende Metasilicat löslich und krystallisirt in reinem Zustande (ohne Beimengung von Metasilicat) vielleicht nach dem rhombischen System; wenigstens zeichnet sich der 73 Procent MeR_2SiO_6

[1]) Doelter, l. c. pag. 66.

Digitized by Google

enthaltende Pyroxen durch einen kleinen Auslöschungswinkel (ungefähr 8°) aus, und bei Doelter's Versuchen wurden krystallinische Producte sogar mit gerader Auslöschung [1]) erhalten. Diese interessante Frage verlangt aber noch experimentelle Aufklärungen, die aller Wahrscheinlichkeit nach zur näheren Kenntnis der krystallographischen und chemischen Eigenschaften des Silicats MeR_2SiO_6, sowie zur Kenntnis des Einflusses, den dasselbe auf die optische Orientirung des Metasilicats $MeSiO_3$ in isomorphen Gemischen vom Typus: $m\,(MeMeSi_2O_6)\,.\,n\,(MeR_2SiO_6)$ ausübt, beitragen könnten.

4. Alkalihaltige Augite.

(Taf. I, Fig. 2 und 3.)

In zwei grossen, 100 Pfund schweren, rasch abgekühlten Basaltmassen schieden sich bemerkenswert regelmässige und grosse Sphärolithe aus, die, wie es sich zeigte, aus alkalireicher augitähnlicher Substanz bestanden. Wie aus Taf. I, Fig. 2 und 3 ersichtlich, sind diese Sphärolithe in einer schwarzen, glasigen Masse eingeschlossen, von welcher sie sich durch eine hellere, gelbliche (Fig. 2) oder dunkelgrüne (Fig. 3) Färbung scharf unterscheiden. Unter dem Mikroskop erweisen sie sich als Belonosphärite von Vogelsang, die ersteren hauptsächlich als Globosphärite mit Radialstructur. [2]) Ihre Trennung vom umschliessenden Glase bot keine Schwierigkeiten dar und wurde auf mechanischem Wege ausgeführt.

Tabelle XIV.

	26	26 *a*	26 *b* (19)	27	27 *a*	28
SiO_2	53·72	54·7	52·94	58·91	56·1	59·50
Al_2O_3	7·87	8·2	7·84	10·81	10·6	10·24
Fe_2O_3	7·19	6·5	5·80	7·12	8·3	7·25
FeO	5·17	5·1	6·54	1·86	1·7	1·71
CaO	8·70	9·1	9·25	10·12	11·6	10·02
MgO	5·73	5·7	6·05	4·34	5·2	4·30
K_2O	1·10	—	0·90	1·00	—	0·90
Na_2O	10·03	10·7	9·60	4·98	6·5	4·55
	99·51	100·0	98·92	99·14	100·0	98·47
Spec. Gewicht [3])	2·886	—	2·773	2·724	—	2·628

[1]) l. c. pag. 61 und 62.

[2]) F. Zirkel, l. c. I, pag. 471.

[3]) Mittels der Westphal'schen Wage bestimmt: 26 und 26 *b* bei 20° C. 27 und 28 bei 17° C.

Digitized by Google

26. Die im oberen Theile der Fig. 3, Taf. I, abgebildeten Sphärolithe sind dunkelgrün; unter dem Mikroskope zeigen sie ein homogenes, faserig-radiales Aggregat, dessen einzelne Strahlen auf polarisirtes Licht viel stärker auf der Peripherie, als in der Mitte wirken. Offenbar sind diese Sphärolithe von gemischtem Typus; innen bestehen sie aus radial vertheilten Globuliten, die nach aussen hin sich zu gestreckten Nadeln, welche sich schon durch die optischen Eigenschaften des Augits und mitunter auch durch pyramidale Spitzen auszeichnen, vereinigen. Einzelne Nadeln sind durch ziemlich starken Pleochroismus (grünlichgelbe und rosa Farbe) und Auslöschungsschiefe, deren Winkel gegen 18° beträgt, erkennbar. Durch krystallinische Ungleichmässigkeit der Sphärolithe wird ihr niedriges specifisches Gewicht 2·886 erklärt; vollständig auskrystallisirte Sphärolithe würden natürlich dichter sein. Die Sphärolithsplitterchen sind in der Flamme eines gewöhnlichen Bunsenbrenners, die sie stark gelb färben, ziemlich leicht schmelzbar und liefern dann schwarze Kügelchen. Salzsäure zerlegt sie nicht, in Flussäure sind sie leicht löslich. Die chemische Zusammensetzung der Sphärolithe deutet auf die Gegenwart des im Augit in grosser Menge vorhandenen Silicats $Na_2R_2Si_4O_{12}$. Thatsächlich wird für ihn auf Grund der molecularen Verhältnisse die folgende Formel abgeleitet:

$$1\,{}^1/_5 \left\{ \begin{matrix} {}^4/_5\ Na_2Al_2Si_4O_{12} \\ {}^2/_5\ Na_2Fe_2Si_4O_{12} \end{matrix} \right\} \cdot\ 4\,{}^1/_5 \left\{ \begin{matrix} 1\,{}^3/_5\ CaSiO_3 \\ 1\,{}^2/_5\ MgSiO_3 \\ {}^7/_{10}\ FeSiO_3 \\ {}^1/_2\ Na_2SiO_3 \end{matrix} \right\} \ldots\ (26a)$$

51·5 Procent 48·5 Procent

Als Ausgangspunkt zur Berechnung dient die Menge der Oxyde R_2O_3, die wegen des hohen Kieselsäuregehaltes in Form von $Na_2R_2Si_4O_{12}$ (51·5 Procent) gebunden werden müssen; in diesem Falle vereinigt sich die übrige Menge von Natron und Basen MeO mit Kieselsäure in Form von Metasilicat $MeMeSi_2O_6$ (48·5 Procent). Da in der Verbindung $Na_2R_2Si_4O_{12}$ Eisenoxyd und Thonerde vorhanden sind, so besteht sie zum Theil aus Akmit- (Aegirin-), zum Theil aus Jadeitsilicat. Dem Beispiel von Rosenbusch[1]) folgend, könnte man daher unseren Augit als Akmit-Jadeitaugit bezeichnen.

[1]) H. Rosenbusch, Mikr. Physiogr., I, 1892, pag. 537—538.

Digitized by Google

26*b* (19). Die Zusammensetzung des die Sphärolithe umgebenden Glases steht diesen in chemischer Hinsicht nahe. Ein wesentlicher Unterschied liegt in dem Verhältnis der Oxyde des Eisens: im Glase ist $FeO > Fe_2O_3$, in den Sphärolithen dagegen umgekehrt, wodurch auch eine verschiedene Färbung bedingt wird. Die Menge von Eisenoxydul wurde im Glase wie in Sphärolithen zweimal bestimmt, wobei fast übereinstimmende Resultate erhalten wurden; für Sphärolithe: 1. 5·7 Procent, 2. 5·2 Procent; für Glas: 1. 6·4 Procent, 2. 6·7 Procent. Glas ist bedeutend leichter schmelzbar als die Sphärolithe; Flussäure zerlegt es fast momentan, das heisst schneller als die Sphärolithe; das specifische Gewicht des Glases ist um 0·113 niedriger wie das specifische Gewicht der Sphärolithe. Ersteres krystallisirt beim Erwärmen über einer Leuchtgasflamme aus, wobei die schwarze Farbe in eine dunkelgrüne übergeht. Augenscheinlich bildet dieses Glas eine äusserst übersättigte Lösung des Akmit-Jadeitaugits, der sich aus ihr ungemein leicht ausscheidet. Da das Glas in seiner Zusammensetzung dem Augit sehr nahe steht, so erstarrt es fast gänzlich in Form der faserigen Aggregate des letzteren.

27. Die in Fig. 2, Taf. I, abgebildeten Sphärolithen zeichnen sich durch eine nennenswerte Regelmässigkeit aus; ihre Structur ist faserig-radial; auf polarisirtes Licht wirken sie aber schwach und nur an der Peripherie ergeben sie Interferenzfarben des Augits; daher kann man sie eher zu den Globosphäriten wie zu den Belonosphäriten zählen. In der Mitte bestehen sie fast ausschliesslich aus Globuliten, die sich an den Rändern des Sphäroliths zu nadelförmigen Mikrolithen vereinigen. Die Auslöschung letzterer lässt sich nicht näher bestimmen, da sie in ganzen Antheilen vor sich geht; annähernd ist der Auslöschungswinkel gleich 10°. Das specifische Gewicht dieser Sphärolithe ist kleiner als dasjenige der vorhergehenden (2·724), der Schmelzpunkt höher; sie sind bedeutend ärmer an Alkalien. Abgesehen davon, dass die Sphärolithe unter dem Mikroskope völlig homogen erscheinen, weist ihre chemische Zusammensetzung eine kleine Beimengung von Glas auf. In der That, vereinigen wir die Oxyde R_2O_3 in Akmit-Jadeitform, so sind die Basen MeO nicht imstande, die übrige Kieselsäure bis zum Metasilicat zu sättigen; der Ueberschuss der letzteren beträgt circa 7 Procent. Daher ist die Berechnung der molecularen Zusammensetzung dieser Sphärolithe nur annähernd ausgeführt worden.

Digitized by Google

$$1\,{}^1/_2 \begin{Bmatrix} Na_2Al_2Si_4O_{12} \\ {}^1/_2 CaFe_2Si_4O_{12} \end{Bmatrix} \cdot 2\,{}^3/_4 \begin{Bmatrix} 1\,{}^1/_2\, CaSiO_3 \\ MgSiO_3 \\ {}^1/_4\, FeSiO_3 \end{Bmatrix} \quad . \; . \; (27\,a)$$

65 Procent 35 Procent

Solch eine Zusammensetzung deutet jedenfalls auf einen hohen Gehalt des Silicats $MeR_2Si_4O_{12}$ (gegen 65 Procent) in den Sphärolithen hin.

28. Zusammensetzung des die Sphärolithe 27 umgebenden Glases. Dieses Glas enthält nur ein wenig mehr SiO_2 wie die Sphärolithe selbst, im übrigen unterscheidet es sich von ihnen fast gar nicht. Dagegen unterscheiden sich seine physikalischen Eigenschaften wesentlich von denjenigen der Sphärolithe; sein specifisches Gewicht ist kleiner, das Glas ist durch Flussäure leichter zersetzbar, schmilzt leichter und verliert dann nach anhaltendem Glühen im Gebläse 0·35 Procent (Alkalien?) an seinem Gewicht. Die Farbenverschiedenheit wird durch geringe Schwankungen der Eisenoxyd- und Eisenoxydulmengen bedingt. Dieses Glas schmilzt auch nicht, ohne zu krystallisiren; nach dreitägigem Erwärmen bei einer Temperatur von nicht über 1000° verändert es seine ursprüngliche schwarze Farbe und wird dunkelgrün; es bildet dann eine sehr feste, zähe krystallinische Masse, die durch und durch aus Belonosphäriten besteht. Dabei wird das specifische Gewicht der Masse höher wie die Dichte der bei raschem Erkalten gebildeten Sphärolithe. Es ist gleich 2·774 bei 22° C. (Pyknometer), indem die Dichte der Sphärolithe 2·724, des Glases 2·628 ist. Auch hier ist die Silicatlösung mit der Substanz von Akmit-Jadeitaugit sehr stark übersättigt, weshalb sich dieser Augit aus dem Glase äusserst leicht ausscheidet.

Die Hauptresultate des in diesem Abschnitte Dargelegten lassen sich folgendermassen zusammenstellen:

1. Die Zusammensetzung der aus Schmelzen isolirten Pyroxene kann man als ein isomorphes Gemisch dreier Silicate: des Metasilicats $MeSiO_3$, des Tschermak'schen Silicats MeR_2SiO_6 und des Akmit-Jadeits $Me_2R_2Si_4O_{12}$, betrachten.

2. Das Tschermak'sche Silicat MeR_2SiO_6 kann selbstständig in Form von wahrscheinlich rhombischem Pyroxen

Digitized by Google

krystallisiren; in Säuren ist es leichter wie das Metasilicat löslich.

3. In sauren ($SiO_2 > 50$ Procent) und alkalischen Magmen vereinigt sich mit dem Metasilicat vorzugsweise Akmit-Jadeit, in mehr basischen ($SiO_2 < 50$ Procent) das Tschermak'sche Silicat.

4. In circa 50 Procent Kieselsäure enthaltenden und alkaliarmen Magmen scheidet sich nach der Vogt'schen Regel rhombischer Pyroxen aus, wenn das Verhältnis $(MgO + FeO) : CaO$ annähernd gleich 3 (oder grösser) ist; ist dieses Verhältnis bedeutend kleiner, dann krystallisirt anstatt des rhombischen Pyroxens monokliner Augit.

5. Durch eine Beimengung von Tschermak's Silicat und von Akmit-Jadeit werden die optischen Eigenschaften des Metasilicats, wie aus der folgenden Tabelle ersichtlich ist, verändert.

Tabelle XV.

Nr.	Metasilicat $MeSiO_3$	Tschermak's Silicat MeR_2SiO_6	Akmit-Jadeit $Me_2R_2Si_4O_{12}$	Auslöschungsschiefe $c\alpha$ auf die Prismakante bezogen
22 *a*	67%	25%	8%	45°
26 *a*	48·5%	—	51·5%	ca. 18°
27 *a*	35%	—	65%	ca. 10°
24 *a*	27%	73%	—	ca. 8°

In allen vier in Tabelle XV angeführten Fällen, die indifferente Nummer 22 *a* ausgenommen, ist die grösste Elasticitätsaxe a der Verticalaxe c am nächsten. Es ist leicht zu bemerken, dass mit der Abnahme der Metasilicatmenge im Pyroxenmolekül auch die Auslöschungsschiefe $c\alpha$ abnimmt. In Nummer 24 *a* würde dieser Winkel vielleicht 0° werden, wenn die Menge des Tschermak'schen Silicates bis zu 100° wachsen würde.

Anhang zum Abschnitt III.

5. Bildung von Wollastonit in Fabriksgläsern.

In der Glasfabrik Targówek werden alljährlich zwecks Reparatur aus einem Ofen für continuirlichen Betrieb mehrere Tausende Kilo-

Digitized by Google

gramm Glas abgelassen. Es strömt in den Fabrikshof hinaus. In den unteren Theilen des Glasstromes lassen sich Ausscheidungen von weissen nadelförmigen, mehrere Centimeter langen und 2 Millimeter und mehr breiten Krystallen bemerken. Da diese „Entglasung" eine sich alljährlich wiederholende Erscheinung ist und daher keinen „zufälligen" Charakter besitzen kann, halte ich für nöthig, an dieser Stelle die Aufmerksamkeit darauf zu lenken. Die Oeffnung, durch welche das Glas ausfliesst, wird in einer Seitenwand am Boden des Ofens gemacht; folglich fliessen zuerst die unteren Glasschichten und später die oberen aus. Die Entglasungsproducte befinden sich nämlich in den unteren Schichten des erkalteten Stromes, die oberen sind davon vollständig frei. Man konnte sich überzeugen, dass die langen, weissen Krystalle sich im Innern des Ofens in der Schichte der Glasmasse, die unmittelbar mit dem Boden in Berührung kommt, worüber eine von Ausscheidungen freie, bis zu 1 Meter dicke Glasschicht lag, ausgeschieden haben. Vergleichen wir die Zusammensetzung des normalen Fabriksglases mit derjenigen der entglasten Schlacke, dann zeigt es sich, dass in letzterer Kalk, mit dem sie sich augenscheinlich am Ofenboden bereichert hat, vorwiegt.

Diese interessante Erscheinung — der Zerfall des Glases in zwei chemisch verschiedene Schichten — werden wir später nochmals betrachten, jetzt wollen wir nur die sich so regelmässig und so beständig im Glase bildenden Entglasungsproducte näher kennen lernen.

Die Schlacke stellt ein grünes, dicht mit weissen gestreckten Krystallen, die man durch Auslesen isoliren kann, durchsetztes Glas dar. Die Krystalle sind an den Enden zugespitzt, nadelförmig und zeichnen sich durch vollkommene der Längsrichtung parallele Spaltbarkeit und Seidenglanz aus. Die winzigen Nadeln sind in Salzsäure leicht löslich und scheiden gelatinöse Kieselsäure aus; ausser ihr enthalten sie nur noch Kalk. Wie aus der unten angeführten Analyse ersichtlich, ist dieses das normale Kalksilicat $CaSiO_3$. Das mittels der Westphal'schen Wage bestimmte specifische Gewicht beträgt 2·8075 bei 23° C. Unter dem Mikroskop zeigen die Nadeln eine ihrer Länge nach wohlentwickelte Spaltbarkeit, der parallel sie auslöschen. Die Doppelbrechung der Nadeln ist eine hohe; beim Eintauchen kleiner Stückchen in die Goldschmidt'sche Flüssigkeit, die in verschiedenem specifischen Gewichte bereitet war,

Digitized by Google

konnte man den mittleren Brechungscoëfficienten berechnen; die Umrisse der Nadeln verschwinden in der Flüssigkeit, welche ein specifisches Gewicht von 2·580 bei 21° C. hat. Der diesem entsprechende Lichtbrechungscoëfficient ist nach Goldschmidt[1]) gleich 1·62. Im convergenten polarisirten Lichte geben alle Kryställchen eine zweiaxige Interferenzfigur mit ziemlich kleinem Winkel der optischen Axen, deren Ebene immer zu ihrer Länge und zu den Spaltungsrissen senkrecht liegt. Der optische Charakter der die Interferenzfigur deutlich zeigenden Nadeln ist immer negativ (—). Alle diese Eigenschaften beweisen, dass die nadelförmigen Gebilde in der obengenannten Schlacke nichts anderes als das monokline Kalkmetasilicat, Wollastonit, sind, dessen Krystalle im Sinne der Orthodiagonale immer stark entwickelt sind, weshalb sie sich durch eine gerade, der Länge parallele Auslöschung, Faserigkeit und nadelförmige Gestalt auszeichnen. Absichtlich habe ich ihre physikalischen Eigenschaften eingehender charakterisirt, weil, wie Vogt[2]) beweist, mit Wollastonit recht oft andere Krystallisationsproducte der Silicatschmelzen, wie Diopsid und hexagonales Calciumbisilicat (eine heteromorphe Modification des Wollastonits), verwechselt werden.

Wie bekannt, gelingt die Synthese von Wollastonit durch Zusammenschmelzen seiner Bestandtheile, zahlreicher Versuche ungeachtet, nicht. Hussak[3]) hat ihn beim Auflösen von überschüssigem $CaSiO_3$ im Gemisch von kieselsaurem Natron und borsaurem Calcium ($3\,Na_2SiO_3 + 2\,CaBo_2O_4$) erhalten. Vogt hat zuerst (l. c.) die unzweifelhafte Anwesenheit des Wollastonits in zwei kalkreichen (32·4% CaO, 53·5—55% SiO_2 u. s. w.), aber alkalifreien Schlacken bewiesen. Im vorliegenden Falle scheidet sich Wollastonit stets aus sich mit Kalk bereicherndem Kalknatronglase aus.

---

[1]) Goldschmidt, N. J. f. M. 1881, I. B.-B., pag. 234; vergl. auch Landolt und Börnstein, Physik.-chem. Tab., pag. 442.

[2]) J. H. L. Vogt, l. c. pag. 66.

[3]) E. Hussak, Ueber die künstliche Darstellung des Wollastonits. Sitzungsberichte der Niederrheinischen Gesellschaft zu Bonn, 1887.

Digitized by Google

Tabelle XVI.

	29	30	31
SiO_2	37·15	58·10	66·12
Al_2O_3	—	5·50	6·35
$Fe_2O_3 + FeO$	—		1·70
CaO	33·33	24·75	10·68
MgO	—	5·00	2·13
Na_2O	—	4·40	(12·72)
Unlösliches	29·31	—	—
Glühverlust	—	0·80	0·30
	99·79	98·55	100·0

29. $CaO : SiO_2 = 1 : 1·04$.
30. $SiO_2 : Al_2O_3 : CaO : MgO : Na_2O = 14 : 0·7 : 6·3 : 1·7 : 1$.
31. „ $= 5·5 : 0·35 : 0·95 : 0·25 : 1$.

29. Zusammensetzung des theilweise mit Glas vermischten Wollastonits, von dem er durch Auflösen in Salzsäure getrennt wurde. Das Verhältnis zwischen Kalk und Kieselsäure ist in dem gelösten Theil gleich 1, d. h. das Metasilicat des Kalkes $CaSiO_3$ war in die Lösung übergegangen.

30. Ausser Wollastonit haben sich im Glas kugelige Augitaggregate von der unter 30 angeführten Zusammensetzung ausgeschieden. Im Glas befinden sich zwischen Wollastonitnadeln sehr regelmässige, einzelne Kryställchen desselben, fast farblosen Augits: sie zeigen gewöhnlich die Combination (110), $(1\bar{1}1)$; seltener sind in der Prismenzone auch (100) und (010) entwickelt; an Stelle der Pyramide wird öfters das Doma (101) oder Pinakoid (001) bemerkt. Der Prismenwinkel beträgt ungefähr 87°, die Neigung der Basis zum Orthopinakoid 74°; Auslöschung auf (010) circa 36°. Folglich ist dieses ein Diopsid. Mit dieser Definition stimmt auch die chemische Zusammensetzung der hauptsächlich aus mit Glas zusammengekitteten Diopsidnadeln bestehenden Concretionen (30). Dieser Diopsid enthält annähernd viermal mehr Kalk- wie Magnesiametasilicat, eine Beimengung von $Na_2Al_2Si_4O_{12}$ ist in ihm auch möglich.

31. Zusammensetzung des die Wollastonit- und Diopsidausscheidungen umgebenden Glases. Dieses Glas war vor dem Anfange der Krystallisation genannter Minerale natürlich viel reicher an Kalk, es hat beinahe den ganzen Ueberschuss des in ihm gelösten Kalkmeta-

Digitized by Google

silicates ausgeschieden, weil aus den angeführten molecularen Verhältnissen ersichtlich ist, dass in ihm $(Na_2O + CaO + MgO) : SiO_2 = 1 : 2{\cdot}5$, d. h. es steht der Zusammensetzung des zur weiteren Krystallisation unfähigen sogenannten Normalglases nahe.[1]) Hier, wie überall, haben wir es mit einer übersättigten, bei gewissen Bedingungen den Ueberschuss in Krystallform abgebenden Silicatlösung zu thun. Die frühere Bildung des Wollastonits wie des Diopsids wird durch die Wirkung des in der Lösung in grossem Ueberschuss vorhandenen Ca-Metasilicates erklärt. Es bleibt aber unverständlich, weshalb sich hier die hexagonale Modification des $CaSiO_3$ nicht ausgeschieden hat, die von Bourgeois, Doelter, Vogt u. a. statt Wollastonit künstlich erhalten wurde. Die Anhänger der „Mineralisatoren"-Hypothese erklären diese Erscheinung durch die Abwesenheit letzterer in den Versuchen genannter Gelehrten. Abgesehen davon, dass für Glasschmelzen, in welchen sich Wollastonit ausscheidet, solche Stoffe wie Glaubersalz und Flusspath (letzterer in einer Menge von ungefähr 2 Procent) verwendet werden, glaube ich kaum, dass die sich beim Schmelzen bildenden Schwefelsäure- oder Fluordämpfe auf die Bildung von Wollastonit einwirken könnten, der sich, wie wir oben gesehen, in den im Ofen befindlichen untersten Glasschichten ausscheidet und in den oberen nicht zugegen ist. Meiner Meinung nach, muss in vorliegendem Falle die starke Uebersättigung des Glases mit Kalkmetasilicat und, aller Wahrscheinlichkeit nach, auch der auf diese übersättigte Lösung durch die höher liegenden Glasschichten ausgeübte Druck als entscheidende Momente für die Wollastonitbildung gehalten werden.

Abschnitt IV.

Synthese von Nosean, Hauyn, Sodalith und Natrongranat-Lagoriolith.

Minerale der Sodalith- und Hauyngruppe sind als Doppelverbindungen des Orthosilicates $MeAl_2Si_2O_8$ $(Me = Na_2, Ca)$ mit Chlornatrium oder mit schwefelsauren Salzen des Natriums und Calciums in chemischer Hinsicht recht interessant. Besonders grosses wissenschaftliches Interesse erlangten diese Verbindungen dank den

[1]) Vergl. E Benrath, Die Normalzusammensetzung bleifreien Glases. Aachen 1868, pag. 38, und Lagorio, l. c. pag. 508.

Digitized by Google

classischen Untersuchungen von Prof. Lemberg[1]) und jüngst den Arbeiten Thugutt's[2]), woraus die durchschlagende Eigenschaft des Silicates $Na_2Al_2Si_2O_8$ sich äusserst leicht nicht nur mit Chlornatrium und Natriumsulfat, sondern auch mit Natronsalzen vieler anderer anorganischen und organischen Säuren zu vereinigen, klar geworden ist. Alle diese „Sodalithe", wie sie Thugutt nennt, lassen sich vom sogenannten Nephelinhydrat $4\,(Na_2Al_2Si_2O_8)+5\,H_2O$, worin das Krystallwasser durch Salze der oben erwähnten Säuren ersetzt wird, ableiten. Hieraus folgt, wie bereits im Jahre 1876 von Lemberg[3]) geäussert und später mehrfach von ihm bestätigt wurde, dass im Sodalith und Nosean Natriumchlorid und -Sulfat die Rolle von Krystallwasser spielen. Dieser Schluss erscheint umso wahrscheinlicher, als Sodalith in der Weissglut von 20 Minuten Dauer, wie Lemberg[4]) gezeigt hat, Natriumchlorid ausscheidet und als aus allen Mineralen dieser Gruppe heisses destillirtes Wasser Chloride und Sulfate, wie Versuche von G. Rose, Kenngot, Lemberg, Thugutt u. a.[5]) bewiesen haben, auslaugt. Abgesehen davon, nehmen manche Forscher, besonders Clarke[6]), Brögger und Bäckström[7]) an, das Silicat und Natronsalz bilde im Sodalith keine moleculare, sondern eine Atomverbindung, und Chlor wäre in ihr nicht mit Natrium, sondern mit Aluminium gebunden. Diesen Ansichten liegen aber keine factischen Beweise, ausser der Atomvalenz der Elemente zugrunde, laut der sie verschiedenartig zu theoretisch möglichen Isomeren gebunden werden können. Nach Clarke müsste die „Constitutionsformel" für Sodalith und Nosean folgendermassen ausgedrückt werden: $(SiO_4)_4Al_3(Al.Cl)Na_5$ (Sodalith), $(SiO_4)_4Al_3(Al.SO_4Na)Na_5$ (Nosean) und nach Brögger und Bäckström: $Na_4(Al.Cl)Al_2(SiO_4)_3$ (Sodalith), $Na_4(Al.NaSO_4)Al_2(SiO_4)_3$ (Nosean).

Auf Grund zahlreicher Zerlegungs- und Substitutionsreactionen hat Thugutt[8]) bewiesen, dass das Sodalith- und Noseanmolecül aus drei

[1]) J. Lemberg, Zur Kenntnis der Bildung und Umbildung der Silicate. Z. d. d. G. G. 1883, pag. 579—591.

[2]) St. Jos. Thugutt, Mineralchemische Studien. Dorpat 1891.

[3]) J. Lemberg, Z. d. d. G. G. 1887, pag. 598.

[4]) J. Lemberg, Z. d. d. G. G. 1877, pag. 597.

[5]) Vergl. Thugutt, l. c. pag. 83.

[6]) Clarke, Amer. Journ. of Science, 1886, XXXI.

[7]) Brögger und Bäckström, Z. f. Kr. XVIII, 1890, pag. 209.

[8]) S. J. Thugutt, Zur Chemie einiger Alumosilicate. N. J. f. M. B.-B. IX, 1895, pag. 554—623.

Digitized by Google

Atomcomplexen besteht: 1. Alumosilicat (Natrolith) $Na_2Al_2Si_3O_{10}$, 2. Aluminat $Na_2Al_2O_4$ und 3. Salz Na_2Cl_2 oder Na_2SO_4, wobei die drei Verbindungen im Mineralmolecül im Verhältnis 2:1:1, d. h. 2 $Na_2Al_2Si_3O_{10}$, $Na_2Al_2O_4$, 2 $NaCl$ für Sodalith und 2 $Na_2Al_2Si_3O_{10}$, $Na_2Al_2O_4$, Na_2SO_4 für Nosean, vorhanden sind. Diese Formel ist darauf begründet, dass Sodalith durch destillirtes Wasser zersetzt wird, wobei als Zerfallsproducte die genannten drei „Radicale" erscheinen. Durch diese bemerkenswerte Reaction wird eine sehr interessante Thatsache erklärt, dass nämlich ein Drittel Thonerde im Sodalith eine andere chemische Rolle wie die zwei übrigen Drittel spielt. Ausserdem ist von grossem theoretischen Interesse die Umkehrbarkeit der angeführten Reaction. Bei der Behandlung des Kalinatroliths $(K_2Al_2Si_3O_{10})$ mit einer Aluminiumchlorid- und Aetznatronlösung wird wieder Sodalith erhalten. Analoge Reactionen sind auch für „Sulfatsodalith", d. h. Nosean, resp. Hauyn constatirt worden. Diese und ähnliche Reactionen, die für die Chemie der Silicatverbindungen epochemachend sind, kommen in wässerigen Lösungen in Digestorien bei 195° C., d. h. unter hohem Druck zustande. An dieser Stelle ist es aber entbehrlich, ihre geologische Bedeutung — die neuen hellen Lichtstrahlen, die sie auf die Zersetzungs- und Hydratisirungsprocesse der Thonerdesilicate in der Natur und allgemein auf Stoffwechselvorgänge u. s. w. werfen — näher zu betrachten. Für unseren Zweck ist blos die allgemeine Eigenschaft des Sodalithsilicates, die von der Beweglichkeit seines Moleküls abhängt — die Eigenschaft mit verschiedenen Natronsalzen leicht in Verbindung zu treten, — wichtig. Diese wurde durch zahlreiche Versuche von Prof. Lemberg und durch die oben citirte Arbeit von Thugutt, der verschiedenartige „Sodalithe" durch Einwirkenlassen von entsprechenden Lösungen auf Kaolin erhielt, bestätigt. Aber alle auf pyrohydatogenem Wege von Thugutt dargestellten Sodalithe stellen eigentlich Hydrate von in der Natur in Gestalt von wasserfreien Mineralen, wie Sodalith, Nosean, Hauyn verbreiteten Verbindungen vor. Daher erscheint vom theoretischen Gesichtspunkte aus die Frage, ob das Sodalithsilicatmolekül dieselbe Energie in Silicat- und überhaupt in feuerflüssigen Lösungen behält, die für dieses Molecül in wässerigen Lösungen charakteristisch ist, besonders wichtig und interessant. Sollte es so sein, dann müsste sich das Silicat $Na_2Al_2Si_2O_8$ ebenso leicht mit geschmolzenem Natriumchlorid oder -Sulfat und in denselben Verhältnissen vereinigen, wie

Digitized by Google

dies in wässrigen Lösungen der Fall ist. Die unten angeführten Versuche in Verbindung mit Versuchen von Prof. Lemberg und Thugutt geben uns vielleicht das Mittel, auf diese Frage eine bestimmte Antwort zu geben und folglich auch zu zeigen, dass das Magma und die Wasserlösung qualitativ identische Media vorstellen und dass die darin stattfindenden Erscheinungen ein und denselben physikalisch-chemischen Gesetzen unterworfen sind; aus dem Magma aber müssen sich freilich den natürlichen Verbindungen entsprechende Anhydride ausscheiden, die mit den von Lemberg und Thugutt erhaltenen „Hydraten" analog gebaut sind.

I. Nosean.

Die ersten Versuche über künstliche Noseandarstellung aus Schmelzen wurden von Lemberg[1]) 1876 eingeführt. Obwohl diese Versuche nicht zum gewünschten Ziel geführt haben, zeigten sie doch, Anorthit und Nephelin wären fähig, mit schwefelsaurem Natron bei einer Hellroth- und Weissgluttemperatur zusammen geschmolzen, schon nach einer halben Stunde schwefelsaures Salz ins Molekül aufzunehmen, wobei Kali und Kalk fast gänzlich durch Natron ersetzt wurden. Die vom Silicat aufgenommene Schwefelsäureanhydridmenge überstieg aber nicht 2%. Im Jahre 1883 veröffentlichte Lemberg[2]) seine weiteren diesbezüglichen Untersuchungen. Beim Behandeln des Eläolithglases und des vorher nicht geschmolzenen Eläoliths mit geschmolzenem Natriumsulfat während 6—7 Stunden erhielt er Producte von 7·6 Procent und 8·7 Procent Na_2SO_4-Gehalt, was 4·3 Procent, resp. 4·9 Procent Schwefelsäureanhydrid entspricht. Sodalith vom Vesuv ergab bei denselben Bedingungen aber nach längerem Einwirkenlassen von schwefelsaurem Natron ein Product mit 8·2 Procent Na_2SO_4 oder 4·5 Procent SO_3. Glaubersalz wird noch leichter von künstlich dargestellten Silicaten aufgenommen. Entwässertes Natronnephelinhydrat ist im Laufe von $1^1/_2$ Stunden bei denselben Bedingungen in Noseansilicat mit 11·4 Procent Na_2SO_4 oder 6·4 Procent SO_3 übergegangen. Besonders interessant ist der Versuch, bei welchem das (künstliche) Sodalithhydrat nach 25stündigem Behandeln mit geschmolzenem Natriumsulfat in ein

[1]) J. Lemberg, Z. d. d. G. G. 1876, pag. 607. — Derselbe, Ueber Silicatumwandlungen. Inaugural-Dissert. Dorpat 1877, pag. 90—91.

[2]) Z. d. d. G. G. 1883, pag. 590—591.

Digitized by Google

aus 36·3 SiO_2, 30·7 Al_2O_3, 18·2 Na_2O und 14·3 Na_2SO_4 oder 36·3 SiO_2, 30·7 Al_2O_3, 24·5 Na_2O und 8·0 SO_3 bestehendes Silicat übergegangen war. Diese Zahlen entsprechen völlig der Zusammensetzung der meisten natürlichen Noseane, und wir könnten diesen Lemb'ergschen Versuch vom chemischen Standpunkte aus als eine wohlgelungene Noseansynthese betrachten, falls das erhaltene Product krystallinisch wäre, was der geschätzte Verfasser nicht erwähnt. Jedenfalls haben die oben angeführten Lemberg'schen Untersuchungen bewiesen, das Silicat $Na_2Al_2Si_2O_8$ könne sich mit geschmolzenem schwefelsaurem Natron bei heller Rothglühhitze leicht vereinigen und gleichzeitig zeigten sie den richtigen Weg zur Darstellung künstlichen Noseans. Ch. und G. Friedel[1]) suchten ihn auf anderem Wege, durch Behandeln des Glimmers mit einer Lösung von kohlensaurem, schwefelsaurem und Aetznatron in geschlossenen Röhren, d. h. unter Druck, darzustellen. Bei einem Versuch erhielten sie ein krystallinisches, isotropes, aus Rhombendodekaëdern in Combination mit dem Würfel bestehendes Product, das 2·3 Procent Wasser enthielt. Auf Grund dieses Versuches meinen Ch. und G. Friedel, es wäre ihnen gelungen, „echten Nosean", dem sie eine Zusammensetzung von $3\,(Na_2Al_2Si_2O_8) + Na_2SO_4 + H_2O$ mit 1·78 Procent Wasser zuschreiben, dargestellt zu haben. Diese Anschauungsweise aber stimmt mit unserem Begriffe von diesem par excellence vulcanischen Mineral, der keinen Wassergehalt (in frischem Zustande) zulässt, durchaus nicht. Es findet sich daher kaum ein Mineraloge, der Ch. und G. Friedel's Meinung theilen und die von ihnen ausgeführte Synthese für die Noseansynthese und nicht für diejenige seines Hydrates halten wird.

Wir sehen also, dass die künstliche Darstellung des Noseans nicht für eine völlig aufgeklärte Frage gehalten werden kann und folglich sind fernere Untersuchungen in dieser Richtung erwünscht.

Mit der Absicht, diese wesentliche Lücke in der Mineralsynthese auszufüllen, wurde von mir eine Reihe von Versuchen angestellt bei Bedingungen, die denen, bei welchen die von Lemberg durchgearbeiteten Substitutions- und Additionsreactionen eintraten, nahe standen. Bei der Voraussetzung, dass sehr hohe Temperatur auf Nosean, dem Sodalith ähnlich, wie dies von Lemberg bewiesen, zersetzend wirkt, suchte

[1]) Charles et Georges Friedel, Action du sulfate de sodium et du carbonate de sodium sur le mica en présence de la soude. Bull. Soc. fr. minéral. 1891, XIV, pag. 69—71; vergl. auch ibid. 1890, XIII, pag. 240.

Digitized by Google

ich meine Versuche bei einer nicht die Rothglut (600—700°) übersteigenden Temperatur auszuführen. Zu diesem Zwecke wurde ein mit dem Müncke'schen Brenner erhitzter Platintiegel verwendet, wobei beide noch mit einem Thoncylinder bedeckt wurden; beim Herunternehmen des letzteren und des Tiegeldeckels konnte man die Temperatur bis zu dunkler Rothglut erniedrigen. Es wurden zwei Mischungen bereitet: *a)* eine reine Nosean- $Na_2O \,.\, Al_2O_3 \,.\, 2\, SiO_2$ und *b)* eine reine Hauynmischung $2\,(CaO \,.\, Al_2O_3 \,.\, 2\, SiO_2) + CaSO_4$; zu beiden wurde eine zehnfache Menge entwässerten Glaubersalzes zugefügt. Als Material zur Darstellung der Gemische dienten: reiner Schneeberger Kaolin, Soda, kohlensaurer (niedergeschlagener) Kalk und Gyps im Verhältnis: *a)* 72·6 Kaolin, 30·4 Soda; *b)* 74·4 Kaolin, 29·2 kohlensauren Kalks, 19·6 entwässerten Gypses. Aus zahlreichen mit diesen Gemischen ausgeführten Versuchen führe ich hier blos diejenigen an, bei welchen homogene Producte, und zwar in einer für die analytische Untersuchung genügenden Menge erhalten wurden. Das Isoliren der erhaltenen Producte wurde durch Lösen der Schmelze in kaltem Wasser und Auswaschen des zurückgebliebenen Pulvers bis zur vollständigen Entfernung des schwefelsauren Natrons ausgeführt.

Versuch 1. Ungefähr 3 Gramm des Gemisches *a* wurden mit 30 Gramm Natriumsulfat acht Tage lang ununterbrochen erhitzt; erhalten wurde ein vorzugsweise aus kleinen Globuliten und aus Rhombendodekaëdern, sechseckigen Hämatittäfelchen und Kaolinkörnchen bestehendes rosa Pulver. Dasselbe Pulver wurde mit Na_2SO_4 acht Tage lang bei einer etwas niedrigeren Temperatur (ohne Thoncylinder) weiter geschmolzen. Die Schmelze zeigte stellenweise Blaufärbung und das daraus isolirte Pulver war mehr krystallinisch, d. h. enthielt mehr Dodekaëder wie nach der ersten Operation; die Kaolinkörnchen waren spurlos verschwunden. Da ich mich überzeugen wollte, wie ein weiteres Erhitzen wirken würde, mischte ich dasselbe Pulver zum drittenmale mit Glaubersalz und setzte das Gemisch sechs Tage lang einer noch niedrigeren Temperatur (ohne Thoncylinder und Tiegeldeckel) aus. Die aus dem Tiegel herausgenommene Schmelze war oben blau, unten weiss. Beim Auflösen in Wasser war schwacher Schwefelwasserstoffgeruch wahrnehmbar. Das decantirte Pulver bestand aus zahlreichen isotropen Rhombendodekaëdern mit abgerundeten Körnchen derselben Grösse vermischt. Da letztere ihrem Lichtbrechungs-

Digitized by Google

vermögen, ihrer Farbe und ihren chemischen Eigenschaften (Säurenlöslichkeit) nach sich von den granatoëdrischen Kryställchen nicht unterscheiden, müssen sie für abgeschmolzene oder corrodirte Mikrolithe gehalten werden. Dieses ist umso wahrscheinlicher, als sich mitunter auch von einer Seite regelmässig begrenzte, von der anderen abgerundete Körnchen vorfanden und als auch die Temperatur bei meinen Versuchen, die ohne Gasregulator ausgeführt wurden, in der Nacht höher, am Tage niedriger war. Die Analyse von diesem Pulver ist unten angegeben, Tabelle XVII, 32.

Versuch 2. Etwa 1 Gramm Hauynmischung *(b)* wurde im Tiegel mit Deckel und Thoncylinder 24 Stunden lang geschmolzen. Obwohl die Dauer kurz war, ist der Versuch gut gelungen. Der obere Theil der Schmelze war blau; beim Lösen in Wasser liess sich ein schwacher Schwefelwasserstoffgeruch spüren. Das isolirte Pulver bestand, wie im vorigen Falle, aus einem Gemisch von Rhombendodekaëdern und abgeschmolzenen Körnchen (Tabelle XVII, Analyse 33).

Versuch 3. Da ich mich beim Versuch 2 überzeugt hatte, die Hauynmischung krystallisire offenbar leichter, schmolz ich sie noch einmal in grösserer Menge (circa 5 Gramm) mit Na_2SO_4 6 Tage lang. Die erhaltene Schmelze war oben schön blau; beim Auflösen in Wasser war, wie in den obigen Fällen, Schwefelwasserstoffgeruch bemerkbar, der Platintiegel hatte sich nach diesem Versuch stark geschwärzt. Der obere und untere Theil der Schmelze wurde jeder für sich in Wasser gelöst, der erstere lieferte ein blaues (Tabelle XVII, Analyse 34), der letztere ein graues (Tabelle XVII, Analyse 35) Pulver; beide waren an Rhombendodekaëdern reich.

Versuch 4. Ungefähr 5 Gramm von derselben Mischung *(b)* wurden mit Na_2SO_4 9 Tage lang geschmolzen, wobei der Tiegel die ganze Zeit ohne Deckel und Thoncylinder stand. Diese Schmelze war verschiedenfärbig: der untere Theil weiss, die Mitte hell und dunkelblau, die obere Schicht gelblichgrün. Im vorliegenden Falle wie auch in allen vorigen Fällen hängt diese Erscheinung aller Wahrscheinlichkeit nach vom verschiedenen Reductionsgrad des schwefelsauren Salzes und von der Bildung von Schwefeleisen ab, das in kleinen Mengen (als Oxyd) im Kaolin und Glaubersalz enthalten ist. Bemerkenswert ist aber, dass die Blaufärbung niemals im unteren, sondern nur im oberen, schwächer erhitzten Theil der

Digitized by Google

Schmelze entsteht. Das aus dieser Schmelze isolirte blaue Pulver ist homogener als die vorigen und besteht fast gänzlich aus kleinen Rhombendodekaëdern, die auf polarisirtes Licht nicht einwirken.

In der Tabelle XVII sind Analysen der bei den oben beschriebenen Versuchen erhaltenen Producte zusammengestellt.

Tabelle XVII.

	32	32*a*	33	33*a*	34	35
Gew. d. Subst.	0·46*g*	—	0·44*g*	—	0·27*g*	0·37*g*
SO_3	7·75	7·9	7·40	7·9	8·32	6·70
SiO_2	35·56	36·0	32·20	34·5	65·75	35·13
Al_2O_3	29·95	30·3	27·30	29·1		29·19
CaO	0·86	0·9	—	—	3·31	2·43
MgO	—	—	3·96	4·2	Spuren	—
Na_2O	24·60	24·9	22·84	24·3	22·62	21·67
S	—	—	—	—	Spuren	—
Unlösliches . .	2·15	—	6·60	—	—	4·86
	100·87	100·0	100·30	100·0	100·00	99·98

	35*a*	36	36*a*	36*b*	36*c*	36*d* [1]
Gew. d. Subst.	—	0·53*g*	—	—	—	—
SO_3	7·0	8·21	8·2	8·0	8·4	—
SiO_2	37·0	36·31	36·6	36·2	36·3	45·75
Al_2O_3	30·7	29·46	29·7	30·8	30·3	40·17 [2]
CaO	2·5	1·52	1·5	—	2·2	0·20
MgO	—	—	—	—	—	—
Na_2O	22·8	23·67	24·0	25·0	22·8	—
S	—	Spuren	—	—	—	13·98 [3]
Unlösliches . .	—	2·09	—	—	—	—
	100·0	101·26	100·0	100·0	100·0	100·10

Alle Analysen wurden so ausgeführt: das in verdünnter Chlorwasserstoffsäure gelöste Pulver von zurückgebliebenen Körnchen abfiltrirt; das Filtrat erhitzt, mit Chlorbarium versetzt, dessen Ueberschuss mit Schwefelsäure niedergeschlagen wurde; dann die Lösung verdampft, Kieselsäure bestimmt u. s. w. Das Bariumsulfat nochmals mit Salzsäure und Flussäure versetzt bis zur Entfernung aller Spuren

[1]) Diese Analyse ist von Herrn Cand. F. Dutkowski ausgeführt worden.
[2]) $Al_2O_3 + Fe_2O_3$.
[3]) H_2O.

Digitized by Google

von Kieselsäure, die übrigens ganz in Lösung blieb. Der unlösliche Rückstand bestand aus Quarzkörnchen, Muscovit, seltener auch aus Körnchen von Kaolin, das für die Versuche in rohem, nicht gereinigtem Zustande genommen war. Nach der Trennung von Schwefelsäure schied sich aus der concentrirten Lösung durchsichtige Kieselsäuregallerte aus und die ganze Lösung wurde dick. Beim Auflösen der blauen Pulver war immer ein Geruch von Schwefelwasserstoff wahrnehmbar, letzterer war aber in so geringen Mengen vorhanden, dass seine quantitative Bestimmung nicht erfolgen konnte; ein weisser, mit Bleiacetat angefeuchteter Papierstreifen wurde kaum grau. Zu bemerken ist, dass die grauen und weissen Pulver nicht einmal diese Spuren von Schwefelwasserstoff, das ist eigentlich von Schwefelmetallen enthalten. Was jede von den in Tabelle XVII angeführten Analysen einzeln anbetrifft, muss ich Folgendes bemerken:

32. Zusammensetzung des beim Versuch 1 erhaltenen Pulvers. Dieses Pulver ist verhältnismässig grobkörnig, krystallinisch und homogen (2·15 Procent unlöslichen Rückstandes). 0·9 Procent CaO stammen von Kaolin und Glaubersalz her. 32 *a* zeigt die Zusammensetzung desselben Pulvers ohne unlöslichen Rückstand und entspricht genau der Formel:

$$3\,(Na_2Al_2Si_2O_8) + Na_2SO_4 \quad . \quad . \quad . \quad (36\,b).$$

33. Resultat der Analyse des beim Versuch 2 erhaltenen Productes, wobei die Hauynmischung verwendet wurde. Merkwürdigerweise habe ich in diesem Product keine Spur von Kalk, sondern nur Magnesia, und zwar in einer Menge von 4 Procent, die wahrscheinlich im Glaubersalz enthalten war, gefunden. In natürlich vorkommenden Noseanen ist Magnesia nur bei gleichzeitiger Gegenwart von Kali[1]) in kleinen Mengen (<1 Procent) entdeckt worden. 33 *a*. Zusammensetzung desselben Productes ohne unlöslichen Rückstand.

34 Zusammensetzung des blauen Pulvers aus Versuch 3.

35 und 35 *a*. Zusammensetzung des grauen Pulvers aus Versuch 3.

Leider konnte die Analyse 34 wegen des Mangels an Material nicht genau ausgeführt werden; sie kann daher nur eine qualitative Bedeutung haben. Es ist aber aus dem Vergleich der Zahlen in den Spalten 34 und 35 *a* ersichtlich, dass das blaue Pulver an Kalk und Schwefelsäure reicher ist, da letztere aller Wahrscheinlichkeit nach

[1]) Vergl. Hintze, l. c. pag. 907, 908.

Digitized by Google

sich in den oberen, weniger erhitzten Stellen des Tiegels leichter als in den untersten mit dem Silicat vereinigt. Obwohl in der Hauynmischung 29·2 Procent $CaCO_3$ und 19·6 Procent $CaSO_4$ enthalten sind, fanden sich in dem nach 6tägigem Erhitzen erhaltenen Product nur 3·3 Procent, respective 2·5 Procent von Kalk. Von Interesse ist auch die Thatsache, dass das blaue Pulver fast gänzlich aus kleinen Granatoëdern besteht, während im grauen viele abgerundete Körner enthalten sind.

36 und 36*a*. Zusammensetzung des blauen Pulvers aus Versuch 4. Dieses Pulver kommt sowohl nach Zusammensetzung und Farbe, wie auch nach seiner krystallinischen Homogeneität (2 Procent unlöslicher Rückstand) dem Product 34 nahe. Nehmen wir an, dass der Kalk in den Producten 34 und 36 in Form von Hauynsilicat $2\,(CaAl_2Si_2O_8) + CaSO_4$ gebunden ist, so kann man ihre Zusammensetzung durch folgende Formel ausdrücken:

$$\left\{\begin{array}{l} 3\,1/2\,[3\,(Na_2Al_2Si_2O_8)\,.\,NaSO_4] \\ 1/2\,[2\,(CaAl_2Si_2O_8)\,.\,CaSO_4 \end{array}\right\} \ldots\ldots (36\,c)$$

36*b*. Procentische Zusammensetzung, entsprechend der Formel:

$$3\,(Na_2Al_2Si_2O_8)\,.\,Na_2SO_4 \ldots\ldots (36\,b)$$

36*d*. Zusammensetzung des bei den Versuchen gebrauchten Schneeberger Kaolins.

Indem wir alles dieses zusammenstellen, kommen wir zu solchen Folgerungen:

1. Unter dem Einflusse von geschmolzenem schwefelsauren Natron bei einer nicht die Rothgluth (circa 600°) übersteigenden Temperatur liefert eine Mischung von Kaolin mit Soda ($2\,SiO_2\,.\,Al_2O_3\,.\,2\,H_2O + Na_2CO_3$) ein krystallinisches Product, bestehend aus isotropen Rhombendodekaëdern und zum Theil corrodirten und abgeschmolzenen Körnchen, welche gegen 8 Procent Schwefelsäureanhydrid enthalten (32 und 32*a*).

2. Eine Mischung von Kaolin mit kohlensaurem und schwefelsaurem Kalk: $2\,(2\,SiO_2\,.\,Al_2O_3\,.\,2\,H_2O + CaCO_3) + CaSO_4$ ergibt bei denselben Bedingungen zum Theil blaue, ultramarinähnliche, 1·5—3·3 Procent Kalk und 8·2—8·3 Procent Schwefelsäureanhydrid enthaltende krystallinische Producte (34—36).

Digitized by Google

3. Rechnen wir Kalk dem Natron zu, so lässt sich die chemische Zusammensetzung der auf diesem Wege erhaltenen Verbindungen durch die empirische Formel $3(Na_2Al_2Si_2O_8).Na_2SO_4$ ausdrücken. Binden wir aber in 34 und 36 Kalk in Form von reinem Hauynsilicat, so käme ihrer Zusammensetzung die Formel: $3^1/_2[3(Na_2Al_2Si_2O_8).Na_4SO_4] + + {}^1/_2[2(CaAl_2Si_2O_8).CaSO_4]$ zu. Die neugebildete Verbindung kann keinen Kalk mehr aufnehmen, da er durch die chemische Massenwirkung des schwefelsauren Natrons verdrängt wird.

4. Die blaue Pulverfarbe rührt von den unbeträchtlichen Beimengungen von Schwefelmetallen, aller Wahrscheinlichkeit nach Schwefeleisen, her. Diese Färbung verschwindet nicht einmal bei dem Glühen auf einem Gebläse.

5. Auf Grund der Punkte 1—4 müssen die nach der oben geschilderten Methode erhaltenen künstlichen Producte für identisch mit den natürlich vorkommenden Noseanen gehalten werden.

Anfänglich hat Rammelsberg[1]) in seinem bekannten Werke dem Nosean die Formel: $2(Na_2Al_2Si_2O_8).Na_2SO_4$ zugewiesen, die auf Grund der Zusammensetzung eines Noseans (vielmehr Hauyns) vom Laacher See, vom Gehalte 11 Procent SO_3 und 6·2 Procent CaO, abgeleitet ist; alle anderen Noseane vom Gehalt 7·3—9 Procent SO_3 hielt er für zersetzt, das heisst für solche, die einen Theil der Schwefelsäure verloren haben. In der Folge hat Rammelsberg[2]) seine Meinung geändert und musste auf Grund neuer Analysen zum Schlusse kommen, das Verhältnis des Silicats zum schwefelsauren Salz sei im Nosean „in den meisten Fällen" gleich 3. Nichtsdestoweniger sind im zur Zeit erscheinenden encyclopädischen Werke von Hintze[3]) für Nosean zwei „theoretische Formeln", die von der von Rammelsberg im Jahre 1886 aufgestellten Formel abweichen, aufgenommen worden. Die Zusammensetzung des Noseans wird ausgedrückt: *A.* $Na_5Al_3Si_3O_{12}SO_4$, d. h. $3(Na_2Al_2Si_2O_8) + 2Na_2SO_4$ oder *B.* $Na_6Al_4Si_4O_{16}SO_4$, d. h. $2(Na_2Al_2Si_2O_8) + Na_2SO_4$. Die Formel *A* ist von Brögger und

[1]) Rammelsberg, Handbuch der Mineralchemie, 1875, pag. 456.

[2]) Rammelsberg, Ergänzungsheft, 1886, pag. 130.

[3]) Hintze, Handbuch der Mineralogie, pag. 907 und 883.

Digitized by Google

Bäckström (siehe oben pag. 129) abgeleitet und gilt ihnen als „Constitutionsformel" für Nosean, die Formel *B* (auch eine Constitutionsformel) gehört Clarke an und ist von Prof. Groth[1]) angenommen worden. Aber von den von Hintze zusammengestellten Analysen entspricht keine einzige der wirklichen Zusammensetzung der bedeutende Mengen Kalk nicht enthaltenden Noseane. Mit Zuwachs des Kalks wächst auch die Schwefelsäureanhydridmenge rasch, weil, wie Rammelsberg's[2]) Berechnungen zeigten, sich Kalksilicat mit dem schwefelsauren Salz im Verhältnis 2 : 1 vereinigt, das heisst mehr Schwefelsäureanhydrid (11·5 Procent SO_3) als das Natronsilicat (8 Procent SO_3) enthält.

Um die Richtigkeit des Gesagten zu veranschaulichen, vergleichen wir die Zusammensetzung der weniger als 4 Procent Kalk enthaltenden Noseane mit den von Brögger, Bäckström und Clarke aufgestellten Formeln mit Zuhilfenahme folgender Zusammenstellung aus dem Werke Hintze's.

Tabelle XVIII.

Nr. b. Hintze	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	XI.
Fundort				Laacher See			
SO_3	8·2	9·2	7·7	7·1	7·5	7·3	7·3
SiO_2	38·5	36·0	36·5	36·5	36·7	36·7	36·5
Al_2O_3	29·3	32·6	29·5	29·4	29·1	28·5	29·6
CaO	1·1	1·1	1·1	1·6	1·2	0·6	2·4
Na_2O	16·6	17·8	23·1	23·0	23·3	23·9	20·6
K_2O	—	1·9	1·4	1·4	0·3	—	—
Cl	—	0·7	0·6	0·6	0·7	1·1	0·7
H_2O	3·0	—	—	—	0·8	2·2	2·0

Nr. bei Hintze	XXIV.	XXVII.			
Fundort	Guinigada	Siderao	*A*	*B*	*C*
SO_3	7·6	10·6	11·2	14·0	8·0
SiO_2	36·5	36·0	33·8	31·7	36·2
Al_2O_3	28·6	29·4	28·8	27·0	30·8
CaO	1·0	0·2	—	—	—
Na_2O	23·0	20·9	26·2	27·3	25·0
K_2O	—	—	—	—	—
Cl	0·8	0·6	—	—	—
H_2O	1·9	1·6	—	—	—

[1]) P. Groth, Tabellar. Uebersicht d. Mineralien, 1889, pag. 125.

[2]) I. Ergänzungsheft, pag. 130. II. Ergänzungsheft, 1895, pag. 237.

Digitized by Google

Wie aus Tabelle XVIII ersichtlich, enthalten die ersten acht Noseananalysen 2—4 Procent Schwefelsäureanhydrid weniger als die Formel A: $3\,(Na_2Al_2Si_2O_8).2\,Na_2SO_4$ verlangt, und 5—7 Procent weniger, als in der Formel B: $2\,(Na_2Al_2Si_2O_8).Na_2SO_4$ angegeben. Nur eine einzige Analyse (XXVII) mit 10·6 Procent SO_3 bildet eine Ausnahme; in dieser ist aber ein grosser Mangel an Natron (6—7 Procent) im Vergleich mit den Formeln A und B zu bemerken. Ausserdem verlangen die von Hintze angenommenen Formeln einen Mehrgehalt von Natron und Mindergehalt von Kieselsäure und Thonerde im Vergleich mit allen Analysen der Tabelle XVIII. Dagegen stimmen diese Analysen, IV und XXVII ausgenommen, mit der Formel C: $3\,(Na_2Al_2Si_2O_8).Na_2SO_4$, der auch die von mir erhaltenen künstlichen Noseane entsprechen, vollständig überein. Mit dieser Formel stimmt auch sowohl das von Lemberg beim Behandeln des Anorthits mit geschmolzenem schwefelsauren Natron (vergl. oben pag. 131) erhaltene wasserfreie Product, wie auch die von Thugutt[1]) beim Einwirkenlassen einer Aetznatron- und Natriumsulfatlösung auf Kaolin dargestellten Noseanhydrate $[3\,(Na_2Al_2Si_2O_8) + Na_2SO_4 + 3\,H_2O]$. Ch. und G. Friedel[2]) drücken die Zusammensetzung des von ihnen erhaltenen Noseanhydrats auch durch die Formel: $[3\,(Na_2Al_2Si_2O_8) + + Na_2SO_4 + H_2O]$ aus. Was die Zersetzung von Nosean und den damit verbundenen Verlust von Schwefelsäure[3]) anbetrifft, können wir dies nach der Menge des im Mineral enthaltenen Wassers nicht beurtheilen, da sich aus Lemberg's und Thugutt's Versuchen schliessen lässt, Nosean wäre fähig, Wasser aufzunehmen, ohne schwefelsaures Natron zu verlieren. Davon überzeugt uns auch der Vergleich der Analysen XXVII mit VII (Tabelle XVIII): erstere zeigt 1·6 Procent H_2O bei 10·6 Procent SO_3, letztere 0·8 Procent H_2O bei 7·5 Procent SO_3. Ohne daher einen auffallenden Widerspruch mit den Thatsachen zu riskiren, können wir mit der im Werke Hintze's angenommenen Darstellungsweise der Noseanzusammensetzung keineswegs einig sein. Die merkwürdige Uebereinstimmung der Zusammensetzung der künstlich darstellbaren Producte mit der-

[1]) Thugutt, Mineralchem. Studien, pag. 88.

[2]) Charles et Georges Friedel, l. c. pag. 71.

[3]) Vergl. Brögger und Bäckström, Z. f. Kr., 1890, XVIII, pag. 227. Rammelsberg, 2. Ergänzungsheft, pag. 238.

Digitized by Google

jenigen der meisten natürlich vorkommenden Noseane veranlasst uns, zu den oben zusammengestellten Folgerungen noch eine zuzufügen:

6. Die Zusammensetzung des aus dem Magma ausgeschiedenen, das heisst in eruptiven Gesteinen befindlichen Noseans wird durch die empirische Formel $3(Na_2Al_2Si_2O_8) + Na_2SO_4$ ausgedrückt.

2. Hauyn.

(Fig. 3—4, Taf. V.)

Die bisherigen Versuche haben gezeigt, Hauyn könne nicht durch Zusammenschmelzen seiner Bestandtheile mit schwefelsaurem Natron erhalten werden. Dieser übrigens auch aus dem erwähnten Versuch Lemberg's, wobei beim Behandeln des Anorthits mit Natriumsulfat beinahe aller Kalk durch Natron verdrängt wird, hervorgehende Umstand hat mich zur Untersuchung anderer Lösungen gezwungen, die geneigt wären, sich mit Hauynsubstanz zu übersättigen. Zu solchen Lösungsmitteln für Hauyn gehören augenscheinlich manche natürliche Magmen, wie z. B. Hauynophyr von Melfi u. a. Da a priori zu erwarten war, dass sich Hauyn und Nosean bei gleichen physikalischen Bedingungen bilden, das heisst bei einer nicht die Rothglut übersteigenden Temperatur, so habe ich beim Wählen des Magmas für Versuche mit Hauyn auf zwei Bedingungen: seine Leichtschmelzbarkeit und reichlichen Kalkgehalt — besonderen Wert gelegt.

Es wurde bereitet eine Mischung[1]) von 80 Gramm Hauyn: $2(CaAl_2Si_2O_8).CaSO_4 + 3(Na_2Al_2Si_2O_8).Na_2SO_4$, 17 Gramm $FeSiO_3$ (das ist $FeCO_3 + SiO_2.3H_2O$), 8 Gramm $CaSiO_3$, 5 Gramm K_2SiO_3, einer kleinen Menge Schwefelkalk und Braunstein (letzterer ist irrthümlich ins Gemisch eingeführt worden); Hauyn bestand aus 76 Theilen Kaolin (Schneeberg), 15 $CaCO_3$, 16 Na_2CO_3, 12·5 Gyps und 7 Glaubersalz. Ursprünglich waren in dieser Mischung circa 10 Procent Schwefelsäureanhydrid und Schwefel (in Form von Schwefelkalk) enthalten. Die Mischung wurde an der Stelle III des Canals geschmolzen; die Dauer des Schmelzens war ungefähr 8 Tage. Erhalten wurde eine homogene, dunkelbraun gefärbte Schmelze. Unter dem Mikroskope zeigte sie den oben beschriebenen Pyroxen (pag. 116) und meistens vorzüglich ausgebildete, in die Glasbasis eingesenkte

[1]) Vergl. J. Morozewicz, Ueber die Hauynbildung in einer Silicatschmelze. N. J. f. M., 1893, II, pag. 43.

Digitized by Google

bläuliche Hauynkryställchen (Fig. 4, Taf. V), die in den meisten Fällen Rhombendodekaëder (Fig. 3, Taf. V), seltener Würfel oder die Combination (110).(100) aufweisen; zuweilen sind zwei entgegengesetzte Würfelecken durch Oktaëderflächen abgestumpft, was auf die Combination des Würfels mit dem Tetraëder (100) . x (111) hindeutet. Viele Kryställchen sind corrodirt, abgeschmolzen und den Noseankörnchen ähnlich abgerundet. Sie sind vollständig isotrop; ihre bläuliche Färbung hängt auch im vorliegenden Falle wahrscheinlich von Beimengungen von Schwefelmetallen ab. Die Kryställchen lösen sich in verdünnter Salzsäure leicht auf, wobei beim Verdunsten der Lösung sich zahlreiche charakteristische Gypsnadeln ausscheiden, mit einer Auslöschung von circa 50°, die sternartige Aggregate und ähnliches bilden. Alle diese Eigenschaften beweisen, dass die in Fig. 3, Taf. V, abgebildeten Granatoëder in der That dem Hauyn angehören. Leider gestatteten mir die kleinen Dimensionen der Kryställchen, ihre Dichte und die dem sie umschliessenden Glase ähnlichen chemischen Eigenschaften nicht, sie von der Schmelze zu trennen und ihre chemische Zusammensetzung näher kennen zu lernen. Dagegen können wir die in der Schmelze gebildete Hauynmenge ziemlich genau berechnen. Die Analyse dieser Schmelze (Abschnitt III, Tabelle XIII, 25) zeigt, dass von den 10 Procent des in die Mischung eingeführten Schwefelsäureanhydrids nach dem Zusammenschmelzen nur 3·7 Procent übriggeblieben. Diese Menge von SO_3 wurde auch nach dem zweiten Stadium der Krystallisation im Laufe von 14 Tagen zwischen den Stellen II und III des Canals nicht geringer[1]), während dessen die Schmelze in Anorthit und Magnetit, ausser dem früher ausgeschiedenen Pyroxen und Hauyn, zerfiel. Auf Grund der in der Schmelze enthaltenen Magnesiamenge und der Pyroxenzusammensetzung konnte man die Menge des letzteren, die gleich 30 Procent ist (vergl. pag. 118, Abschnitt III), berechnen. Da im vorliegenden Falle Schwefelsäure nur in Hauynform gebunden sein kann und da im Hauyn nach Rammelsberg[2]) 11·33 bis 11·38 Procent SO_3 enthalten sind, so ist es klar, dass Hauyn genau

[1]) In der vorläufigen Mittheilung über die Hauynsynthese (l. c. pag. 45) habe ich auf Grund einer qualitativen Prüfung die Vermuthung ausgesprochen, die SO_3-Menge wäre im zweiten Krystallisationsstadium kleiner geworden; die quantitative Analyse zeigte jedoch, dass dieses unrichtig war.

[2]) Rammelsberg, l. c. pag. 457.

Digitized by Google

$^1/_3$ unserer Schmelze (11·38 : 3 = 3·79) oder ungefähr 33 Procent ausmacht. Da die Schmelze ferner 17·1 Procent Kalk und nur 4·9 Procent Natron enthält, müsste Hauyn wegen der chemischen Massenwirkung mehr oder mindestens ebensoviel Kalk als Natron enthalten. Daher enthält sein complicirtes Molekül aller Wahrscheinlichkeit nach die Verbindung $2\ (CaAl_2Si_2O_8) + CaSO_4$ in einer grösseren Menge wie in den natürlichen Hauynen, von denen die an Kalk reichsten auf 4 Moleküle der reinen Hauynverbindung 5 Moleküle des Noseans aufweisen.[1])

Wir sehen also, dass in dem oben angeführten Silicatgemisch sich Hauyn sehr leicht bei der Rothglut (III. Canalstelle) bildet. Durch diese Synthese und durch Versuche, die noch im petrographischen Theil dieser Arbeit angeführt werden sollen, wird das Auffinden von Hauyn in Laven, worin er einen äusserst charakteristischen Bestandtheil bildet, vollständig erklärt.

3. Sodalith.

Die Sodalithsynthese ist auf pyrogenem Wege von vielen Forschern ausgeführt worden. Zuerst bewies Prof. Lemberg[2]), Eläolith sei unter dem Einflusse geschmolzenen Chlornatriums fähig, sich mit letzterem zu vereinigen und sodalithähnliche bis 7·6 Procent *NaCl* enthaltende Verbindungen zu liefern. Im Jahre 1883 erhielt Lemberg[3]) ein an Chlornatrium noch reicheres (9·2 Procent) Product, indem er auf entwässertes (künstliches) Nephelinhydrat während 3 Stunden bei heller Rothglut mit geschmolzenem Kochsalz einwirken liess, wobei keine Krystallbildung zu bemerken war. Als er aber in ähnlicher Weise Hauyn von Niedermendig 50 Stunden lang behandelte, wurde ein 8·3 Procent *NaCl* enthaltendes Product, worin sich „gut ausgebildete Würfel" befanden, erhalten. Nach Rosenbusch[4]) hat Mügge nach anhaltendem Behandeln von Eläolithpulver mit geschmolzenem Kochsalze Sodalithkryställchen [(110) und die Combination (110), 100)] im Gemisch mit abgerundeten Körnchen erhalten.

---

[1]) Ibidem, pag. 457.

[2]) J. Lemberg, Z. d. d. G. G., 1876.

[3]) Z. d. d. G. G., 1883, pag. 589—591.

[4]) Rosenbusch (Mikr. Phys., 1892, I, pag. 323) schreibt die erste Sodalithsynthese unrichtig Mügge zu, ohne die Lemberg'schen Versuche zu erwähnen.

Digitized by Google

Ch. und G. Friedel[1]) stellten bei ihren Versuchen über Einwirkung von Alkalien und Alkalisalzen auf Glimmer (Muscovit) Sodalith in Kryställchen (110), (100) dar, deren Zusammensetzung durch die Formel $3\,(Na_2Al_2Si_2O_8) + 2\,NaCl$ ausgedrückt wird. Interessant sind die Thugutt'schen[2]) Versuche, der bei heller Rothglut aus Natronnephelin mit Chlornatrium kein Product, das mehr als 9·6 Procent $NaCl$ enthielt, der Zusammensetzung: $2\,(Na_2Al_2Si_2O_8) + NaCl$ entsprechend, erhalten konnte. Dagegen erhielt dieser Forscher auf hydrochemischem Wege das Sodalithhydrat von der Zusammensetzung: $3\,(Na_2Al_2SiO_8) + 2\,NaCl + H_2O$, indem er Kaolin mit einer Aetznatron- und Chlornatriumlösung während 74 Stunden bei 211—213° (im Digestor) behandelte.

Abgesehen von diesen zahlreichen und mannigfaltigen Versuchen schien es mir interessant, die Wirkung von geschmolzenem Chlornatrium auf Kaolin bei Noseanbildungsbedingungen zu prüfen, und mich zu überzeugen, ob Nephelin bei denselben Bedingungen das reine Product $Na_2Al_2Si_2O_8 + nNaCl$ liefere oder, was wahrscheinlicher war, ob sich bei der Bildung des letzteren aus Nephelin, der bekanntlich um $^1/_4$ mehr Kieselsäure enthält, wie die Formel $Na_2Al_2Si_2O_8$ verlangt, ein Theil Kieselsäure ausscheide.

Zu diesem Zwecke habe ich zwei Reihen von Versuchen ausgeführt: 1. Eine Mischung von 79·7 Theilen Kaolin und 21·2 Theilen Soda wurde im Platintiegel über einem Müncke'schen Brenner mit überschüssigem Chlornatrium (das heisst nach der Darstellungsmethode des Noseans, vergl. oben pag. 133) geschmolzen; 2. fein zerriebenes Eläolithpulver wurde bei denselben Bedingungen der Einwirkung desselben Reagens ausgesetzt. Hier will ich blos zwei besser gelungene Versuche erwähnen.

Versuch 1. Ungefähr 5 Gramm Kaolingemisch[3]) wurden mit überschüssigem Chlornatrium 4 Tage lang geschmolzen. Nachdem die Schmelze in kaltem Wasser aufgelöst und der Rückstand bis zur vollständigen Entfernung des Salzes (Prüfung mittels $AgNO_3$) ausgewaschen war, blieb ein homogenes krystallinisches, aus sehr

[1]) Charles et Georges Friedel, Action des alcalis et des silicates alcalins sur le mica; production de l'amphigène et de la sodalithe. Bull. soc. min. fr., 1890, XIII, pag. 183; dasselbe, C. r. 1890, CX, pag. 1173.

[2]) St. Thugutt, Mineralchemische Studien, pag. 18—19.

[3]) Die Kaolinanalyse ist auf Tabelle XVII, 36*d* angeführt.

Digitized by Google

gut ausgebildeten Rhombendodekaëdern und abgerundeten Körnchen bestehendes Pulver zurück. Dieses Pulver ist schneeweiss und löst sich in verdünnten Säuren ohne Rückstand auf (Anal. 37, Tabelle XIX).

Versuch 2. Gegen 2 Gramm zerpulverten Eläoliths (Lövon, Norwegen, Analyse 40) wurden 5 Tage lang mit überschüssigem Kochsalz geschmolzen. Die Schmelze zerfiel nach Auflösen in kaltem Wasser in feines krystallisirtes Pulver, in welchem grosse unregelmässige, blasige Glaskörnchen zu bemerken waren. Mittels eines Siebes von 0·25 Millimeter Maschenweite konnte man das viele granatoëdrische Kryställchen enthaltende Pulver von den amorphen, in Salz- und Salpetersäure unlöslichen Glaskörnchen trennen (38 Pulveranalyse, 39 Glasanalyse).

Tabelle XIX.

	37	37*a*	38	38*a*	38*b*	39	40	40*a*
Gew.d.Subst.	0·558*g*	—	0·804*g*	—	—	0·203*g*	0·656*g*	—
Cl	5·67	5·6	6·89	7·2	7·3	—	—	—
SiO_2	37·76	38·3	35·57	37·1	37·2	71·92	44·51	44·3
Al_2O_3	32·60	32·6	30·00	31·3	31·6	13·30	33·38	33·5
CaO	0·78	—	0·37	0·4	—	0·50	0·45	—
K_2O	—	—	0·50	0·5	—	(14·28)	5·50	5·4
Na_2O	24·33	24·8	24·13	25·1	25·5		15·69	16·8
H_2O	—	—	2·61[1])	—	—	—	1·37	—
	101·14	101·3	100·07	101·6	101·6	100·00	100·90	100·0
O—*Cl*	1·30	1·3	1·50	1·6	1·6	—	—	—

37. Zusammensetzung des beim Versuch 1 aus der Kaolinmischung erhaltenen Pulvers. Es wurde in verdünnter Salpetersäure gelöst; aus der vollständig durchsichtigen Lösung wurde sofort Chlor mit Silbernitrat niedergeschlagen. Die Chlorbestimmung ist zweimal wiederholt worden und ergab ganz übereinstimmende Resultate: 1. 5·63 Procent, 2. 5·67 Procent. Nach der Entfernung des überschüssigen Silbernitrats wurde die Lösung verdampft, wobei sich durchsichtige Kieselgallerte ausschied. Aus den molecularen Verhältnissen lässt sich leicht ersehen, dass die Pulverzusammensetzung genau der Formel:

$$2\,(Na_2Al_2Si_2O_8) + NaCl \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (37\,a)$$

entspricht

[1]) In verdünnter Salpetersäure unlöslicher Rückstand (Glas).

Digitized by Google

Diese Formel stimmt mit der Formel $Na_8Al_4Si_4O_{16}Cl$ von Clarke und Groth[1]) überein; ihr entspricht die Zusammensetzung vieler natürlicher Sodalithe von Ditró, vom Vesuv, Tiahuanaco u. a.[2]), auch wohl das von Thugutt (l. c.) beim Schmelzen von (künstlichem) Nephelinhydrat mit Chlornatrium erhaltene (grösstentheils amorphe) Product.

38. Zusammensetzung des beim Versuch 2 aus Eläolith erhaltenen Pulvers. Beim Auflösen in verdünnter Salpetersäure blieb ein aus Glaskörnchen bestehender Rückstand (2·6 Procent) zurück. Dieses Product ist im Vergleich mit dem vorherigen reicher an Chlor. Aus dem 5·5 Procent Kaliumoxyd enthaltenden Eläolith ist ersteres fast vollständig durch Natron verdrängt, während Kalk nicht ersetzt war (0·45 Procent im Eläolith, 0·4 Procent im Sodalith). Indem wir den unlöslichen Rückstand (Glas) in Abzug bringen und auf 100 umrechnen, erhalten wir die Pulverzusammensetzung (38 *a*) der Formel:

$$3\,(Na_2Al_2Si_2O_8) + 2\,NaCl \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (38\,b)$$

entsprechend, die von Rammelsberg[3]) und in neuester Zeit auch von Brögger und Bäckström[4]) $[Na_4(Al.Cl)Al_2(SiO_4)_4]$ für viele Sodalithe, wie z. B. für diejenigen von Mias, vom Baikal, Grönland, Montreal, Litchfield u. a. angenommen ist. Mit dieser Formel stimmen auch die von Lemberg, Ch. und G. Friedel erhaltenen künstlichen Producte, ebensowie das Thugutt'sche Hydrat überein.

39. Wir haben gesehen, dass im Versuch 2 beim Schmelzen von Chlornatrium mit Eläolith ein gemischtes, aus krystallinischem Sodalithpulver (38) und grünlichen (in HCl und HNO_3) unlöslichen Glaskörnchen bestehendes Product erhalten wird. Die Analyse dieses Glases (39) zeigte, dass es gegen 72 Procent SiO_2 enthält, das heisst ein sehr saures Silicat darstellt, das sich augenscheinlich auf Kosten der aus dem Eläolith ausgeschiedenen Kieselsäure bei seinem Uebergange in Sodalith gebildet hat. Berechnen wir die molecularen Verhältnisse, dann ergibt sich, dass $SiO_2 : Al_2O_3 : (CaO + Na_2O) = 12 : 1·3 : 2·4 =$

---

[1]) P. Groth, Tabell. Uebersicht d. Mineral., 1889, pag. 125.

[2]) Vergl. Hintze, l. c. pag. 893—894.

[3]) Rammelsberg, Handb. d. Mineralchemie, pag. 452 und I. Ergänzungsheft, pag. 220.

[4]) W. C. Brögger und H. Bäckström, Die Mineralien der Granatgruppe, Z. f. Kr., 1890, XVIII, pag. 221.

Digitized by Google

$= 10:1:2$, das heisst ein Gemisch von Albitsilicat $Na_2Al_2Si_6O_{16}$ mit $Na_2Si_4O_9$ ist.

40. Eläolith aus Norwegen (Lôven, Langesundsfjord) beim Versuch 2 verwendet. Seine Zusammensetzung entspricht der Formel:

$$4(K_2, Na_2)O . 4\,Al_2O_3 . 9\,SiO_2 \ldots . (40a),$$

wo $K_2O : Na_2O = 0{\cdot}7 : 3{\cdot}3$. Vergleichen wir das Sodalithsilicat (38 *b*) mit Eläolith (40 *a*), so sehen wir, dass letzterer beim Uebergang in Sodalith $^1/_9\ SiO_2$ verliert.

Die zwecks künstlicher Sodalithdarstellung angestellten Versuche ergeben folgende Resultate:

1. Die Mischung von Kaolin und Soda (im molecularen Verhältnis) und das Eläolithpulver ergeben unter dem Einflusse geschmolzenen Chlornatriums bei ein und denselben Bedingungen verschiedene Substitutionsproducte: die erste — Sodalith $2\,(Na_2Al_2Si_2O_8) + NaCl$, das zweite Sodalith — $3\,(Na_2\,Al_2Si_2O_8) + 2\,NaCl$.

2. Sodalithe beider Art existiren in der Natur.

3. Eläolith scheidet beim Uebergang in Sodalith unter dem Einflusse geschmolzenen Chlornatriums $^1/_9$ der ganzen in ihm enthaltenen Kieselsäuremenge (das ist gegen 5 Procent) aus.

4. Natrongranat-Lagoriolith.

Schon im Jahre 1892 stellte ich eine Reihe von Versuchen an, um die Synthese der Minerale der Hauyngruppe auszuführen, wobei gut ausgebildete, theils isotrope, theils schwach doppelbrechende Kryställchen von charakteristischer polysynthetischer Zwillingsstructur erhalten wurden. Da qualitative Vorprüfungen die Anwesenheit von Schwefelsäure und Kalk bestätigten, hielt ich die Kryställchen für künstlich dargestellten Hauyn.[1]) Ihre Menge war so unbedeutend, dass es nicht möglich war, eine quantitative chemische Analyse auszuführen. In der Folgezeit habe ich meine Untersuchungen fortgesetzt und reichlichere Mengen von der Substanz, deren Zusammensetzung man näher kennen lernen konnte, erhalten. Diese Versuche bestanden darin, dass ich geschmolzenes Natriumsulfat, zuweilen mit Beimengung

[1]) J. Morozewicz, Ueber die Synthese der Minerale der Hauyngruppe (Vorläufige Mittheilung). N. J. f. M., 1892, II, pag. 139.

Digitized by Google

von Natriumchlorid, bei dunkler Rothglut auf folgende Mischungen einwirken liess:

A.	*B.*	*C.*
65 $SiO_2 . 3\,H_2O$	63·3 $SiO_2 . 3\,H_2O$	64·1 $SiO_2 . 3\,H_2O$
44 $Al_2O_3 . 3\,H_2O$ (Hydrargillit)	45·5 $Al_2O_3 . 3\,H_2O$	43·8 $Al_2O_3 . 3\,H_2O$
32·5 Gyps.	14·9 $CaCO_3$	30·4 Na_2CO_3.
	12·6 Gyps	
	7 Na_2SO_4.	

In allen drei Fällen wurden gemischte Producte: glänzende, durchsichtige, ziemlich grosse Kryställchen und amorphe, blasige Körnchen erhalten. Um das Pulver homogener zu machen, wurden letztere mehrfach zerrieben und nochmals längere Zeit (5 bis 11 Tage) der Einwirkung schwefelsauren Natrons ausgesetzt. Die Mischungen *B* und *C* ergaben reinere Producte als *A*, doch in keinem Falle ist ein vollständig homogenes Product, wie z. B. bei den obenerwähnten Versuchen mit Kaolingemischen (Nosean, Sodalith) erhalten worden; jedesmal hatte sich ein gewisser Theil Thonerde (Hydrargillit) an der Bildung der neuen Verbindung nicht betheiligt, sondern blieb in Gestalt zusammengesinterter amorpher Gebilde zurück. Durch Durchsieben und Auswaschen liessen sich die Körnchen von den Kryställchen grösstentheils trennen. Zur endgiltigen Trennung wurden beide Stoffe mit schwachen Säuren (Salpeter- oder Salzsäure) behandelt, worin sich die Kryställchen leicht auflösten, Thonerde aber und Glas unangegriffen blieben. Auf diese Weise konnte ich die Kryställchen aus den Mischungen *A*, *B* und *C* abscheiden und analysiren. Die zwei ersteren Mischungen wurden mit $Na_2SO_4 + NaCl$ geschmolzen, die dritte blos mit Na_2SO_4. Das Isoliren aus den Schmelzen ist ebenso wie beim Nosean und Sodalith ausgeführt worden, wobei immer schwacher Schwefelwasserstoffgeruch wahrnehmbar war.

Tabelle XX.

	41	41*a*	41*b*	42	42*a*	43	43*a*	43*b*
Gew. d. Subst.	0·411*g*	—	—	0·208*g*	—	0·158*g*	—	—
Unlösliches . .	14·84	—	—	6·25	—	22·78	—	—
SiO_2	33·82	39·6	39·1	37·40	39·8	31·64	41·0	37·3
Al_2O_3	18·26	21·4	22·1	14·42	15·3	17·72	22·9	26·4
CaO	12·16	14·2	14·6	17·30	18·3	Spuren	—	—
Na_2O	20·20	23·6	24·2	22·20	23·6	(23·52)	30·5	32·1
SO_3	1·02	1·2	—	2·80	3·0	4·34	5·6	4·2
Cl	Spuren	—	—	Spuren	—	—	—	—
	100·36	100·0	100·0	100·37	100·0	100·00	100·0	100·0

Digitized by Google

41 und 41 *a*. Zusammensetzung der Kryställchen aus der Mischung *B*.

42 und 42 *a*. Krystallinisches Product aus der Mischung *A*.

43 und 43 *a*. Analyse (unvollständige) der Kryställchen aus der Mischung *C*.

Aus der Tabelle XX ist ersichtlich, dass alle 3 Mischungen qualitativ gleiche und von Nosean, respective Hauyn verschiedene Producte liefern: sie enthalten bedeutend weniger Schwefelsäure und Thonerde und viel mehr Basen (CaO, Na_2O) und Kieselsäure, wie die letzteren. Auch im krystallographischen Sinne unterscheiden sich, wie weiter unten gezeigt werden soll, diese Kryställchen vom Hauyn und Nosean. Rechnen wir die Analyse 41 *a* in die molecularen Verhältnisse um (wobei 1·2 Procent SO_3 vorläufig ausser Betracht gelassen wird), so erhalten wir Folgendes:

SiO_2	:	Al_2O_3	:	$(CaO + Na_2O)$
6·6	:	2·1	:	(2·5 + 3·8)
6·6	:	2·1	:	6·3
3·1	:	1	:	3

Folglich sehen wir, dass die Zusammensetzung unserer Kryställchen völlig derjenigen des Granat-Grossulars entspricht, wo ein Theil des Kalks, nämlich $^3/_5$, durch Natron ersetzt ist. Seine Formel können wir daher wie folgt ansetzen:

$$3\,(Na_2, Ca)O\,.\,Al_2O_3\,.\,3\,SiO_2 \ldots . \quad (41\,b),$$

wo $Na_2O : CaO = 3 : 2$.

Die Entdeckung dieser unerwarteten Verbindung des Kalk-Natron-Granats ist von grossem wissenschaftlichen Interesse. Erstens deutet sie auf die mögliche Existenz von Natron-Granat hin, und zweitens erklärt sie uns die Bedeutung dieser Beimengung von Alkalien, die in manchen Kalk-Thonerde- und Kalk-Eisen-Granaten (Grossular und Melanit) entdeckt worden ist, wie dies die folgende Zusammenstellung zeigt:

Grossular.[1])

Auerbach . . .	0·42	Procent	Na_2O
Csiklova . . .	0·61	„	„
Alathal	0·42	„	„
„	0·34	„	„

[1]) Vergl. Hintze, l. c. pag. 60—61.

Digitized by Google

Vesuv	0·33	Procent	Na_2O
Ceylon	0·59	„	K_2O
Oxford	0·47	„	Na_2O
Ala [1]	3·34	„	„

Melanit.[2])

Oberschaffhausen	4·22	Procent	$K_2O + Na_2O$
Altenau	2·35	„	K_2O
Stokö	1·27	„	$Na_2O + H_2O$
Långban	0·98	„	K_2O
Ural (Ssyssert-Bez.) . . .	0·25	„	$K_2O + 0{\cdot}63\,Na_2O$
Copiapo	0·7	„	K_2O
Australien	0·3	„	$K_2O + 0{\cdot}19\,Na_2O$
Stokö [3])	1·27	„	$Na_2O + H_2O$
„	0·79	„	Na_2O
Kaiserstuhl [1])	1·65	„	$K_2O + Na_2O$

Im allgemeinen enthalten Melanite mehr Alkalien wie Grossulare. Besonders interessant ist die Analyse von Klaus, der im Melanit aus dem Phonolith von Oberschaffhausen 4·2 Procent Alkalien gefunden hat. Wir sind anzunehmen genöthigt, dass man in Phonolith-, Leucitophyr- und Nephelinitgesteinen an Alkalien noch reichere Melanite finden wird. Dieses wird sowohl aus unserem allgemeinen Begriff von der chemischen Massenwirkung (im vorliegenden Falle der Alkalien, woran die genannten Magmen reich sind) klar, wie auch aus der oben angeführten Synthese. Die identische Form der Kryställchen 41, 42 und 43 und die gleichen Bedingungen ihrer Bildung lassen uns vermuthen, alle seien in chemischer Hinsicht gleich gebaut. Bedeutende Schwefelsäureanhydrid-Mengen in den Producten 42 und 43 bringen uns ausserdem auf den Gedanken, wir hätten es hier mit einer isomorphen Mischung von Granatsilicat und Nosean, respective Hauyn zu thun. In der That lässt sich durch Berechnung finden, dass die Kryställchen 43*a* annähernd aus 1 Molekül Nosean und 2 Molekülen Natron-Granat bestehen:

---

[1]) Rammelsberg, II. Ergänzungsheft, 1895, pag. 205 und 220.

[2]) Hintze, l. c. pag. 92—94.

[3]) Nach den bei Brögger angeführten Analysen. Z. f. Kr., 1890, XVI. pag. 164 und 171.

Digitized by Google

$$\left\{ \begin{array}{l} 2\,(Na_6Al_2Si_2O_{12}) \\ [3\,(Na_2Al_2Si_2O_8)\,.\,Na_2SO_4] \end{array} \right\} \ldots\ldots (43\,b)$$

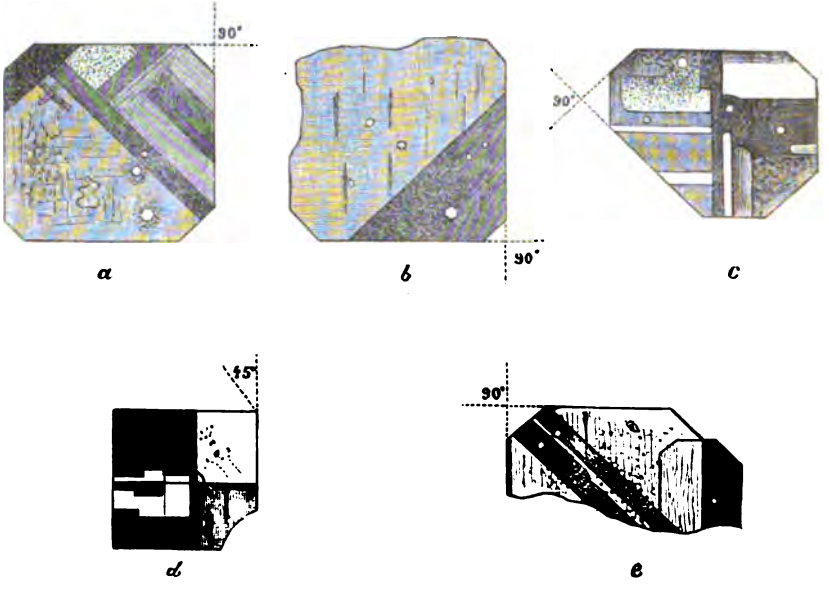
Ebenso können wir das Product 42*a* als eine isomorphe Mischung von Kalknatron-Granat mit Nosean, respective Hauyn betrachten. Die Analysen 42 und 43 sind freilich mit ungenügenden Substanzmengen ausgeführt und können auf besondere Genauigkeit, die uns gestatten würde, bestimmtere Zahlenverhältnisse zu erhalten, keinen Anspruch machen, doch können wir nach der vollständig befriedigenden Analyse 41, die 1 Procent SO_3 aufweist, beurtheilen, dass alle drei von uns erhaltenen Producte isomorphe Mischungen von Kalknatron-, respective Natron-Granat mit Nosean, respective Hauyn darstellen.

Davon überzeugen uns auch krystallographische und manche physikalische Eigenschaften dieser Producte. Die aus den Mischungen *A* und *C* erhaltenen Kryställchen stellen meistentheils quadratische Blättchen mit abgestumpften Kanten dar, d. h. eine Combination (100) und (110), wo (100) vorherrscht; die Länge der Würfelkante erreicht 0·5 Millimeter. Manche Blättchen sind vollständig isotrop, die meisten wirken, wenn auch schwach, auf polarisirtes Licht, wobei polysynthetische Zwillingsstructur zum Vorschein kommt. Zwischen gekreuzten Nicols zerfällt das Blättchen in eine Reihe von Streifen oder Theilen, die sich rechtwinklig durchkreuzen. Da die Kryställchen lamellar nach der Fläche (001) entwickelt sind, kann man sie als orientirte Durchschnitte nach (001) betrachten. Die Streifen und Theile löschen immer gerade nach der Würfelkante aus und unter einem Winkel von 45° in Bezug auf die Granatoëderkante. Zwischen Theilen, die eine graue oder bläulichgraue Interferenzfarbe zeigen, befinden sich innen vollständig isotrope, bei voller Umdrehung des Mikroskoptisches ganz dunkel bleibende Theile, wie dies auf der Zeichnung 2 *a*, *b*, *c*, *d*, *e* gezeigt ist. Der optische Charakter der doppeltbrechenden Streifen ist negativ (—). Im convergenten polarisirten Lichte ergeben die isotropen Stellen keine scharfe Interferenzfigur, — die Blättchen sind sehr dünn und schwach lichtbrechend. Der Brechungsindex wurde durch Eintauchen in eine Flüssigkeit und nach der Methode vom Herzog de Chaulnes bestimmt — er ist ungefähr gleich 1·5, d. h. etwas höher wie beim Nosean und Hauyn, aber bedeutend niedriger wie beim Grossular. Ausser Kryställchen mit einer solchen regelmässigen Vertheilung

Digitized by Google

der Zwillingsstreifen, die augenscheinlich nach den Granatoëderflächen (110) zusammengewachsen sind, kommen auch, obwohl selten, Blättchen mit unregelmässiger, fleckiger oder wellenförmiger Auslöschung vor. Die Einschlüsse sind zweierlei Art: stark auf polarisirtes Licht wirkende sechseckige Mikrolithe (vergl. Zeichnung 2 *a*, *b*, *c*) und mit Glas ausgefüllte Poren. Letztere sind mitunter regelmässig den Flächen (110) parallel vertheilt. Auf manchen Blättchen sind

Zeichnung 2.



Erklärung: *a*, *b*, *c*, *e*-Kryställchen aus der Mischung *A* und *C* zwischen gekreuzten Nicols; *d*-Typus der aus der Mischung *B* erhaltenen Kryställchen.

auch Spaltungsrisse parallel (110) zu sehen. Im bedeckten Tiegel mit Schwefel geglühte Kryställchen werden blau, zuweilen erhalten sie einen grauen oder rothen Saum. All diese Eigenschaften erinnern an Nosean oder Hauyn, die auch thatsächlich in diesen Kryställchen als isomorphe Beimengungen vorhanden sind. Es ist auch bekannt, dass manche gesteinbildende Hauyne und Noseane optische Anomalien und Zwillingsbau aufweisen (Vesuv, Laacher See u. a.).[1])

[1]) Vergl. Rosenbusch, l. c. I, pag. 324—325.

Digitized by Google

Manche Blättchen erinnern stark an die von Brögger[1]) beschriebenen optischen Anomalien des Melanits von Stokö.

Die aus der Mischung *B* erhaltenen Kryställchen sind von einigermassen verschiedenem Typus. In der Richtung aller drei Achsen sind sie gleichmässig ausgebildet und zeigen sehr regelmässige Combinationen: (110), (100) mit vorherrschendem (110), seltener kommen reine (110) und (100) oder die Combination (110), (*hkO*) vor. Auch hier bemerkt man optische Anomalien, doch äussern sie sich anders. Ein von oben gesehener Würfel zerfällt in vier gegenüberliegende Felder, von denen zwei doppelbrechend, die anderen zwei isotrop oder fast isotrop sind, wie dies auf der Zeichnung 2*d* gezeigt ist. Das Bild erinnert im allgemeinen an den „oktaëdrischen Typus" der Klein'schen Granate, der übrigens auch in den oben beschriebenen Blättchen zu finden war (Zeichnung 2*c*). Kryställchen von diesem Typus wachsen oft nach den Flächen (110) zu kreuzförmigen Aggregaten zusammen. Ihrem äusseren Habitus nach sind sie vollkommen identisch mit den obenerwähnten (pag. 141) Hauynkryställchen, doch was ihre chemische Zusammensetzung (41*a*) anbetrifft, stellen sie Kalk-Natron-Granat mit unbedeutender Beimengung von Hauyn-Nosean-Substanz dar. Merkwürdig ist die Thatsache, dass sich in der Natur hauptsächlich Kalk-Granate durch ihre optischen Anomalien und Zwillingsstructur, wie auch durch Alkaligehalt (vergl. oben) auszeichnen. Was die Ursache „der optischen Anomalien" unserer künstlichen Granate anlangt, so ist sie augenscheinlich primär, d. h. hängt mit der Krystallbildung, mit ihrer Zwillingsstructur zusammen. Aller Wahrscheinlichkeit nach hängt letztere wiederum von der chemischen Zusammensetzung ab, wie dies für manche natürliche Kalk-Granate Weinschenk[2]) zu beweisen sucht, wobei er die von Mallard, Klein u. A. aufgestellten Theorien ergänzt.

Auf Grund des oben Auseinandergesetzten kommen wir zum interessanten Resultat, dass die von uns dargestellten Kalk-Natron- und Natron-Granate mit Hauyn-Noseanmolekülen isomorphe Mischungen zu bilden fähig sind und dass folglich durch Vermittlung dieser intermediären Verbindungen beide Mineralgruppen, Granate

[1]) Brögger, Z. f. Kr. XVI, 1890, pag. 161—162, und Taf. VI, Fig. 3—5.

[2]) E. Weinschenk, Beiträge zur Systematik der Granatgruppe. Z. f. Kr. 1895, XXV, pag. 376—378.

Digitized by Google

(vorzugsweise Melanite) und Hauyn-Nosane (und Sodalithe), zu einer genetischen Gruppe von Mineralen, die gleiche krystallographische Eigenschaften besitzen und sich bei gleichen Bedingungen (als Magmaausscheidungen) bilden können, gehören. Die Benennung „Alkali-Granate" ist zuerst von Brögger und Bäckström[1]) für Sodalith, Nosean, Hauyn und Ultramarin gebraucht worden, die mit „echten" Granaten einen gemeinschaftlichen Krystalltypus und analoge, von den genannten Forschern aufgestellte „Structurformeln" besitzen. Ich führe aber die Bezeichnung „Natron-Granat" im engeren chemischen Sinne dieses Wortes ein. Obwohl ich mit Brögger und Bäckström einig bin, dass Granate und Hauyn-Noseane eine gemeinsame Gruppe bilden, hielt ich es doch nicht für möglich, mich mit den von diesen Forschern für ihre „Alkali-Granate" abgeleiteten Formeln, auf Grund deren sie ihre Verallgemeinerung basirten, einverstanden erklären (s. o.).

Es handelt sich hier nicht um Structurformeln, die wir jetzt wegen Mangel an entsprechenden Versuchen, besonders was Granate anbelangt, noch nicht im voraus aufstellen können, sondern darum, dass echte Kalkgranate durch Vermittelung von Natrongranaten mit Hauyn-Noseanen isomorphe Mischungen bilden können. Da dieser Natrongranat von grossem theoretischen Interesse zu sein scheint und da er in natürlichen Alkalimagmen in den isomorphen Mischungen mit Melanit vorkommt, sei es mir gestattet, diesen Natrongranat, nach dem in der Mineralogie üblichen Gebrauch, zu Ehren des Herrn Professors Akademikers A. Lagorio — Lagoriolith zu nennen.

Die Versuche, deren Beschreibung dieser Abschnitt geweiht war, können nicht als vollendete gelten. Besonders wünschenswert sind weitere eingehendere Untersuchungen über Lagoriolith. Die Thatsache, dass reine Typen der hier zum Theil untersuchten Minerale, wie reiner Hauyn $CaAl_2Si_2O_8 + nCaSO_4$, Natron-Thonerde und Natron-Eisen-Lagoriolith: $Na_6Al_2Si_3O_{12}$ und $Na_6Fe_2Si_3O_{12}$ erhalten wurden, ist auch in theoretisch-wissenschaftlicher Hinsicht recht interessant. Die Entscheidung dieser und ähnlicher Fragen sei der Zukunft überlassen. Zum Schlusse stellen wir blos die wichtigsten der erhaltenen Resultate und Folgerungen zusammen.

1. Minerale der Hauyn-Sodalithgruppe bilden sich leicht in entsprechenden Magmen bei einer Temperatur, die eine dunkle Rothglut nicht überschreitet.

[1]) Die Mineralien der Granatgruppe. Z. f. Kr., 1890, XVIII, pag. 209.

Digitized by Google

2. Der Natrongranat, Lagoriolith, bildet sich bei denselben Bedingungen und spielt die Rolle eines Mittelglieds zwischen der Gruppe der Erdalkaligranate einerseits und der Gruppe des Hauyns und Sodaliths, mit denen er isomorphe Mischungen zu geben vermag, andererseits.

3. Die empirische Zusammensetzung des reinen Noseans wird durch die Formel $3\,(Na_2Al_2Si_2O_8) + Na_2SO_4$ ausgedrückt.

4. Zwei in der Natur vorkommende Sodalithe: $3\,(Na_2Al_2Si_2O_8) + 2\,NaCl$ und $2(Na_2Al_2Si_2O_8) + NaCl$ lassen sich leicht künstlich darstellen.

5. Auf Grund der Analogie zwischen Granaten und Hauyn-Noseanen (Satz 2) und auf Grund der Zerlegbarkeit von Sodalith und Nosean bei hoher Temperatur und in heissem Wasser (wobei sich $NaCl$ und Na_2SO_4 ausscheidet), ferner auf Grund von Bourgeois'[1]) Versuchen, wobei beim Schmelzen einer dem Grossular entsprechenden Mischung Anorthit und Kalkolivin (Monticellit) erhalten wurden, wie auch auf Grund der Versuche von Doelter und Hussak[2]), die beim Schmelzen von Granaten gleichzeitig mit Thonerdesilicat (Anorthit, Meionit u. a.) Olivin erhielten, können wir die Formeln für Granate und Minerale der Hauyn-Sodalithgruppe folgendermassen ausdrücken:

$3\,(Na_2Al_2Si_2O_8) + Na_2Cl_2$ . . . . . Sodalith.
$3\,(Na_2Al_2Si_2O_8) + Na_2SO_4$ . . . . Nosean.
$Na_2Al_2Si_2O_8 + Na_4SiO_4$ . . . . . Lagoriolith.
$CaAl_2Si_2O_8 + Ca_2SiO_4$. . . . . Grossular.

Beide Theile dieser Verbindungen, das Thonerdesilicat und das Alkali-, respective Erdalkalisalz, sind miteinander lose gebunden in Form von Radicalen, von denen das erstere nach Thugutt noch aus $2\,Na_2Al_2Si_3O_{10}$ und $Na_2Al_2O_4$ besteht.

---

[1]) Bourgeois, Reproduction, par voie ignée, d'un certain nombre d'espèces minérales etc. Paris 1883, pag. 27. Melanit ist von vielen künstlich erhalten worden. Fouqué und M. Lévy (l. c. pag. 124) stellten ihn mit Nephelin zusammen auf pyrogenem Wege dar. In letzter Zeit erhielt ihn auch L. Michel bei Zusammenschmelzen von Schwefelverbindungen mit Kieselsäure bei Gegenwart von Kohle (C. r. 1892, CXV, pag 830).

[2]) Doelter und Hussak, Synthetische Studien. N. J. f. M. 1884, I, pag. 172.

Digitized by Google

Anhang zum Abschnitt IV.

5. Plagioklase.

(Fig. 1 und 2, Taf. VII; Fig. 1 und 2, Taf. V; Fig 1, Taf. VI u. a.)

In vielen Schmelzen sind von mir Feldspathe erhalten worden, zuweilen in ziemlich grossen und regelmässig ausgebildeten, mit blossem Auge erkennbaren Krystallen. Bei der petrographischen Beschreibung der Schmelzen will ich meine Leser auf ihre mikroskopischen Eigenthümlichkeiten aufmerksam machen, hier führe ich nur die Resultate der chemischen Untersuchung eines Plagioklases an, den es mir gelungen war, aus der beim Versuch 2 (Abschnitt II, pag. 47; Fig. 1 und 2 auf Taf. VII) erhaltenen Schmelze zu isoliren. Die Grösse der Krystalle (nach der Axe c — 1·5 Millimeter, a — 0·8 Millimeter, b — 0·5 Millimeter) gestattete mir, sie auf hydrostatischem Wege abzuscheiden. Das Pulver (<0·25 Millimeter) wurde mehrmals in die Thoulet'sche Flüssigkeit eingetaucht; schliesslich wurde es von der magnetithaltigen Grundmasse mit Hilfe eines Elektromagneten befreit. Das so erhaltene Pulver zeigte unter dem Mikroskop reine Feldspathsplitterchen mit Einschlüssen von Korund- und (äusserst selten) von Magnetitkryställchen. Die Auslöschung der Spaltungsstücke auf P (mit einem System von Spaltungsrissen und mit Zwillingsstreifung) ist 27—33°, auf M (ohne Zwillingsstreifung und mit einem System von Spaltungsrissen || P) 34—38°. Das mit Hilfe der Westphal'schen Wage bestimmte specifische Gewicht der Körnchen ist gleich 2·757 bei 17° C. Diese physikalischen Eigenschaften deuten auf einen Plagioklas hin, der dem Anorthit sehr nahe steht, oder sogar mit ihm identisch ist.

Tabelle XXI.

	44	44 a	An_6Ab_1
Korund	4·89	—	—
SiO_2	43·22	46·00	46·5
Al_2O_3	33·08	35·20	34·6
Fe_2O_3	1·74	—	—
CaO	16·10	17·15	17·3
Na_2O	1·55	1·65	1·6
	100·58	100·00	100·0

Die chemische Zusammensetzung des Plagioklases nach Abzug des Korunds und Magnetits (44 a) zeigt, dass er mit vielen in der

Digitized by Google

Natur vorkommenden Anorthiten identisch ist.[1]) Nach der Tschermak-schen Theorie muss man ihn als eine Mischung Ab_1An_6 betrachten, für welche nach Schuster die Auslöschungsschiefe auf $P=27°33'$, auf $M=33°29'$ ist, Grössen, die auch von mir, zwar seltener wie andere, bei Messungen der Auslöschung an den Spaltungsstücken und in Dünnschliffen erhalten wurden.

Anorthit zeichnet sich durch eine grosse Krystallisationsfähigkeit (Bildung von übersättigten Lösungen) aus; seine Kryställchen sind immer besser ausgebildet wie diejenigen anderer Plagioklase, z. B. Labrador. Merkwürdiger Weise hatte sich in recht vielen Schmelzen gleichzeitig Anorthit und Labrador ausgeschieden. Ueberhaupt sind, soweit nach den in den Dünnschliffen bestimmten Auslöschungswinkeln zu beurtheilen war, in meinen Schmelzen beständig nur zwei Typen von Plagioklas: Anorthit und Labrador, ohne Uebergangsmischungen von Albit und Anorthit, erhalten worden. Dieses Resultat stimmt mit der Reihe der sehr interessanten Versuche von Fouqué und M. Lévy[2]) überein, die beim Zusammenschmelzen von Albit und Anorthit in verschiedenen Verhältnissen immer entweder Oligoklas oder Labrador und Anorthit und nie Uebergangsglieder der Tschermak-Schuster'schen Serie erhielten. Auch die mit diesen Versuchen übereinstimmenden Resultate der Arbeit von Fouqué[3]), der eine recht grosse Anzahl von aus verschiedenen Gesteinen isolirten Feldspathen untersucht hat, sind bemerkenswert. Auf Grund zahlreicher Angaben im Werke Fouqué's gelangt der letztere zum Schlusse (l. c. pag. 429—430), in Felsarten könnten sich nur bestimmte Typen von Plagioklasen vorfinden, die „sont susceptibles de former ensemble des associations physiques" und nicht alle möglichen isomorphen Mischungen von Albit und Anorthit, wie dies die Tschermak-sche Theorie verlangt. Diese wichtigen Thatsachen, die aber noch weiterer Erklärungen bedürfen, sind in geschichtlicher Hinsicht recht interessant, da sie die früheren in der Mineralogie vor dem Erscheinen der Tschermak'schen Theorie (1864) herrschenden Anschauungsweisen zum Theil rechtfertigen.

[1]) Vergl. Rammelsberg, l. c. pag. 557, Nr. 3*b*, 9; pag. 558, Nr. 12 u. a.

[2]) Fouqué et M. Lévy, l. c. pag. 56, 142–145.

[3]) F. Fouqué, Contribution à l'étude des feldspaths des roches volcaniques. Paris 1894; dasselbe: Bull. Soc. fr. min., XVII, 1894.

Digitized by Google

II. THEIL.

Mikroskopisch-petrographische Beschreibung der Schmelzen.

V. Abschnitt.

Liparit-, Trachyt- und Andesit-Magmen.

Der grösseren Bequemlichkeit wegen will ich die Schmelzen, wie sie sich ihrem abnehmenden Säuregrade gemäss folgen, beschreiben.

I. Liparit.

(Fig. 2—6, Taf. VI.)

„Le jour ou l'on saura reproduire les trois éléments constituants du granite le quartz, le feldspath et le mica, non seulement séparés, mais associés entre eux et cristallisés, tels que cette roche les montre dans toutes les régions du globe, en un mot, le jour où on aura de toutes pièces faite du granite, marquera une conquête considérable, aussi bien dans l'expérimentation que dans la connaissance de l'histoire du globe terestre. Espérons que ce moment n'est pas très éloigné."

A. Daubrée, Etud. synth. de Géologie expériment., pag. 7.

Diese von edlem Enthusiasmus erfüllten Worte des berühmten Schöpfers der Experimentalgeologie zeigen, wie wichtig für die Geologie die Entscheidung der Frage über die Bildung von sogenannten sauren Eruptivgesteinen ist. Wenn wir jedoch die in dieser Richtung gemachten Versuche in Betracht ziehen, sehen wir, dass der von Daubrée angekündigte Tag noch lange nicht angebrochen ist. Die Schwierigkeit liegt darin, dass, obwohl Quarz und Orthoklas, wie die Versuche desselben Verfassers und die von Friedel und Sarasin[1]) vorgenommenen gezeigt haben, sich auf pyrohydatogenem Wege unter hohem Druck und bei einer Temperatur von 300—400° ziemlich leicht bilden können, dennoch die gleichzeitige Herstellung dieser Bedingungen (Druck und hohe Temperatur) beim Schmelzen von Magma fast unüberwindliche Schwierigkeiten darbot. In letzter Zeit haben aber Fouqué und M. Lévy[2]) einen interessanten Versuch angestellt, wobei diese Schwierigkeiten zum Theil überwunden wurden.

[1]) Friedel et Sarasin, Bull. soc. min., 1879, pag. 113.

[2]) Fouqué et M. Lévy, Reproduction artificielle d'un trachyte micacé. C. r. 1891, CXIII, pag. 283.

Digitized by Google

Beim Versuch wurde in einem starken, aus Platin mit 10 Procent Iridium angefertigten Tiegel 3 Gramm Granit-Glaspulver mit 1·5 Gramm Wasser während langer Zeit bis zur Hellrothglut erhitzt. Das Wasser verflüchtigte sich spurlos, obwohl der Tiegel dicht verschlossen war. Nichtsdestoweniger schreiben die Verfasser die Krystallisation der Schmelze einem hohen, vom Wasserdampf herrührenden Druck während des Glasschmelzens zu. Schliesslich wurde eine Schmelze mit Orthoklas-, Biotit-, Magnetit- und Spinellkryställchen erhalten, das heisst Biotit-Trachyt („trachyte micacé", wie ihn Fouqué und M. Lévy bezeichneten), dessen Bildung der „Wasserwirkung unter Druck bei Hellrothglut" zugeschrieben wird. Dass Wasserdämpfe beim Krystallisationsprocess saurer Magmen eine gewisse, bisher noch nicht näher bekannte Rolle spielen, zeigen auch Versuche von Le Chatelier[1]), der unter grossem Druck, aber ohne Wassermitwirkung Orthoklas und Pegmatit schmolz. Bei diesen Versuchen wurde nur Glas gewonnen. Doch löst der einzelne Versuch von Fouqué und M. Lévy diese scheinbar so sehr zusammengesetzte Frage der Krystallisation saurer Laven (Liparit, Trachyt u. a.), ohne die analogen Tiefengesteine (Granit, Syenit u. a.) auch nur erwähnen zu wollen, nicht. Unserem heutigen Begriffe gemäss sind Laven Gesteine, die auf der Erdoberfläche unter gewöhnlichem Druck erstarren; ein Theil der sie bildenden Mineralien scheidet sich vor oder während des Aufströmens (intratellurische Bestandtheile) aus, ein anderer, gewöhnlich aus denselben Mineralien bestehender Theil nach der Eruption, das heisst auf der Oberfläche (extratellurische Bestandtheile). Hieraus folgt, dass ein und dasselbe Mineral im Magma auch in dem Falle, wenn der Druck abnimmt und normal wird, weiter wachsen kann; unzweifelhaft befördert der Druck die Krystallisation (ebenso wie die Temperaturerniedrigung), doch ist dies keine unentbehrliche Bedingung[2]). Saure vulcanische Gläser stellen augenscheinlich einen sehr unnachgiebigen Typus von van t'Hoff's „festen Lösungen" dar, die unter dem Einfluss von aussen zufliessender Energie (Erhitzen unter dem Schmelzpunkt, Druck bei Le Chatelier's Versuchen) ihr inneres Gleichgewicht nicht verlieren. Von unserem Gesichtspunkt übersättigen sich saure, gewöhnlich kalireiche Magmen

[1]) H. Le Chatelier, Sur des essais de reproduction de roches acides. C. r. 1891, CXIII, pag. 370.

[2]) Vergl. Zirkel, l. c. I, pag. 726—758.

Digitized by Google

mit den sie bildenden Thonerdesilicaten und Kieselsäure nur schwierig; ihre Uebersättigung und Krystallisation kann durch eine gewisse gemeinschaftliche Wirkung physikalisch-chemischer Bedingungen, die sich dem erhaltenen Resultate nach bei den obenangeführten Versuchen von Fouqué und M. Lévy betheiligt hatten, hervorgerufen werden. Die Krystallisation eines sauren Magmas verlangt nicht nur langsames Erkalten, wobei der Uebersättigungsgrad der Lösung stark wächst, sondern auch eines gewissen von aussen wirkenden Stimulus, der den Entglasungsprocess hervorruft. Die Rolle eines solchen Stimulus spielen Wasserdämpfe, deren chemische Rolle jedoch sehr dunkel ist und nur mit der Entwicklung der physikalischen Chemie aufgeklärt werden kann. Unten werden wir sehen, dass auch Wolframsäure zu diesen die Krystallisation des sauren Magmas hervorrufenden Stoffen gehört, deren Bedeutung aller Wahrscheinlichkeit nach auf die Bildung intermediärer bei der Krystallisation zerfallender Verbindungen zurückgeführt werden kann. Hat die Differentiation des sauren Magmas in verschiedene Minerale schon angefangen, dann kann seine fernere Krystallisation auch ohne Betheiligung von Wasserdämpfen u. a. vor sich gehen, wie das zum Theil durch sogenannte extratellurische Magmaausscheidungen bewiesen wird.

Es unterliegt übrigens keinem Zweifel, dass in „trockenen" Silicatlösungen, die mit Kieselsäure stark übersättigt sind, letztere sich in freiem, krystallisirtem Zustande ausscheidet, jedoch nicht in Quarzgestalt, sondern als seine heteromorphen Modificationen. Die diesbezüglichen Beobachtungen und Versuche Benrath's[1]) beweisen, dass Kalknatronglas $Na_2O.CaO.8\,SiO_2$ leicht krystallisirt, indem es 2 Moleküle Kieselsäure in Gestalt „prismatischer Krystalle" mit 98·5 Procent SiO_2 ausscheidet. Benrath hielt die von ihm erhaltenen Kryställchen für Quarz, der sich auf feuerflüssigem Wege gebildet hatte. Es zeigt sich aber aus den späteren Untersuchungen von Fouqué und M.-Lévy[2]), dass bei diesen Bedingungen sich kein Quarz, sondern eine andere Modification der polymorphen Kieselsäure bildet. Schmilzt man nämlich Bestandtheile des Augits mit überschüssiger Kieselsäure zusammen und lässt die Schmelze langsam erkalten, so erhält man ein krystallinisches Gemenge von Metasilicat

[1]) Benrath, Beiträge zur Chemie des Glases. Dorpat 1871, pag. 52—53.
[2]) Fouqué et M.-Lévy, Synthèse, pag. 88—89.

Digitized by Google

und prismatischen durchsichtigen und farblosen Kryställchen, die schwache Interferenzfarben, eine gerade Auslöschung, „Apatitspaltbarkeit" und negativen optischen Charakter zeigen. Das Metasilicat zersetzt sich unter dem Einflusse von Kieselfluorwasserstoffsäure, wobei die prismatischen Kryställchen, die ausschliesslich aus Kieselsäure bestehen, intact bleiben.

Benrath's Versuche sind von mir wiederholt worden. Eine aus 85 SiO_2, 5 CaO und 10 Na_2O bestehende Mischung ward nach siebentägigem Erhitzen an der Stelle II des Canals geschmolzen und krystallisirte theilweise aus: innen in der Schmelze hatte sich eine weisse krystallinische Masse ausgeschieden, die von durchsichtigem grünen Glas umgeben war. U. d. M. besteht die weisse Masse aus: 1. ziemlich grossen prismatischen Kryställchen mit abgeschmolzenen Enden, gut entwickelter pinakoidaler Spaltbarkeit, gerader Auslöschung, weissen Interferenzfarben, negativem optischen Charakter, d. h. mit Eigenschaften, die mit denjenigen der von Fouqué und M.-Lévy erhaltenen und von ihnen beschriebenen, besonderen Modificationen der Kieselsäure identisch sind; 2. abgerundeten Blättchen, die ziegeldachähnliche Aggregate bilden und zwischen gekreuzten Nicols in zahlreiche Antheile von verschiedener optischer Orientirung zerfallen — eine Erscheinung, die in auffallender Weise an den optisch anomalen Tridymit erinnert. Diese zwei Ausscheidungen sind mit einem durchsichtigen Glase zusammengekittet.

Tabelle XXII.

	45	46
SiO_2	83·38	73·85
Al_2O_3	1·47	8·44
CaO	6·47	6·00
Na_2O	8·84	10·71
	100·16	99·00

Auf Tabelle XXII sind die Analysen der weissen Centralmasse (45), wie auch des diese umgebenden grünlichen Glases (46) angeführt. Wie leicht zu bemerken, ist der Unterschied beider Theile der Schmelze bedeutend; der Centraltheil enthält beinahe 10 Procent mehr Kieselsäure als der periphere; dafür enthält dieser 7 Procent aus den Tiegelwänden ausgezogener Thonerde mehr. In dem Centraltheile hatte sich daher zweifellos in freier Form und in wahrscheinlich

Digitized by Google

gegen 10 Procent (83—73 Procent) betragender Menge Kieselsäure ausgeschieden.

Wird der Granit von Tatra (Swinica) unvollständig geschmolzen, damit nur Quarzkörnchen in festem Zustande noch bleiben, dann gestalten sich letztere zu einem Aggregat von charakteristischen ziegeldachähnlich übereinander liegenden Tridymitblättchen um; eine analoge Erscheinung ist von mir auch in Graniteinschlüssen im sogenannten Wolynit (Noritporphyrit) beobachtet worden.[1]) Aus diesen Versuchen und Beobachtungen geht hervor, dass mit Kieselsäure stark übersättigte Silicatlösungen ihren Ueberschuss in Tridymit- oder prismatischer Kieselsäuregestalt ausscheiden und dass Tridymit bei hoher Temperatur eine beständigere Verbindung als Quarz ist, der in Tridymit übergeht. Doch verhalten sich Thonerdesilicatlösungen gegen einen Ueberschuss von Kieselsäure anders als Schmelzen, die keine Thonerde enthalten. Gleichzeitig mit der oben angeführten wurde eine zweite Mischung von derselben Kieselsäuremenge, aber mit Thonerde und Basen in den Verhältnissen des isländischen Liparits in den Ofen gestellt. Diese Mischung ergab bei denselben Bedingungen reines Glas ohne alle Krystallisationsspuren. Hier haben wir es augenscheinlich mit dem die Krystallisation der Schmelze „verzögernden" Einflusse, wovon schon oben (pag. 59) die Rede war, zu thun. Folglich ist das Thonerdesilicatmagma fähig, mehr Kieselsäure als das entsprechende reine Silicatmagma aufzunehmen, ohne sie wieder auszuscheiden. Daher sind wohl sogar sehr saure Liparitgläser im allgemeinen bei gewöhnlichen Bedingungen trockenen Schmelzens zur Entglasung nicht geeignet, wovon ich mich auch durch folgende Versuche überzeugen konnte. Geschmolzen wurde eine 100 Pfund schwere Mischung, dem Pantellerit[2]) entsprechend, aus SiO_2 70·3 Procent, Al_2O_3 6·3, Fe_2O_3 9·2, FeO 1·4, CaO 0·8, MgO 0·9, Na_2O 7·7, K_2O 2·5 zusammengesetzt. Ein Theil der Schmelze (ca. 28 Pfund), die schwarzes homogenes Glas darstellte, wurde darauf andauernd (8 Tage lang) bei der Temperatur des Weichwerdens des Kupfers (ca. 1000°) erhitzt und dann 5 Tage lang bei dunkler Rothglut, wonach aber das Glas seinen homogenen Zustand nicht geändert hatte. Eine 100 Pfund schwere Mischung dem Alsberger Trachyt[3]) ent-

[1]) J. Morozewicz, Zur Petrographie Wolyniens. Warschau 1893, pag. 165.

[2]) J. Roth, Gesteinsanalysen. 1884, LXVI, 2.

[3]) J. Roth, l. c. 1869, XCIV, 18.

Digitized by Google

sprechender Zusammensetzung (63·1 Procent SiO_2, 20·2 Al_2O_3, 3·2 FeO, 1·7 CaO, 0·4 MgO, 8·4 Na_2O, 3·5 K_2O) ergab bei denselben Bedingungen dieselben Resultate, d. h. das erhaltene Glas krystallisirte nicht einmal nach sehr anhaltendem (17 Tage langem) Erhitzen bis zur Temperatur seines Weichwerdens aus. Fluoride, phosphorsaure Salze u. a., die zum fein pulverisirten Pantellerit- und Trachytglas in kleinen Mengen hinzugefügt wurden, riefen ebenfalls keine Krystallisation hervor. Andererseits haben wir oben gesehen, dass sowohl das Liparitmagma wie auch das (dem Trachytmagma nahestehende) Albitmagma (pag. 50 und 53) überschüssige Thonerde in Korund-, Sillimanit- und Spinellgestalt äusserst leicht ausscheiden.

Umso interessanter erschien der Versuch, bei welchem es mir gelungen war, in einer und derselben Schmelze alle drei Bestandtheile des Liparits: Quarz, Biotit und Sanidin, zu erhalten, d. h. die Liparitsynthese[1]) auszuführen. Zu diesem Zweck wurden 300 Gramm der Liparitmischung (77·9 Procent SiO_2, 12·0 Al_2O_3, 1·3 FeO, 0·8 CaO, 0·13 MgO, 3·3 K_2O und 4·6 Na_2O)[2]) mit 3 Gramm Wolframsäure zusammengeschmolzen. Die Krystallisation der ursprünglich vollständig homogenen und glasigen Schmelze wurde durch anhaltendes (14 Tage langes) Erhitzen an der Stelle II, d. h. bei einer Temperatur, die periodisch zwischen 800—1000° schwankte, hervorgerufen. Erhalten wurde eine ungleichmässige Masse von schlieriger Structur, worin weisse Schlieren mit gelblichgrauen und mit Antheilen von grauem Glas abwechselnd vorkamen, ähnlich manchen eutaxitischen Lipariten. Das allgemeine Aussehen der Structur dieser Schmelze ist auf Taf. VI, Fig. 2 abgebildet. Unter dem Mikroskope zeigen die weissen Schlieren Aggregate von unzähligen Mikrolithen, die eine sehr regelmässige Gestalt von hexagonalen Pyramiden (vergl. Fig. 3 und 4, Taf. VI) besitzen. Die Dihexaëder wirken auf polarisirtes Licht ein, löschen der Verticalaxe parallel aus, sind optisch positiv (+) folglich sind dies Quarz-Dihexaëder von granitischen Porphyren und Lipariten. Die gelblichgrauen Schlieren, die viel häufiger als die weissen vorkommen, bestehen ebenfalls aus sich in Gestalt ganzer Schwärme anhäufenden Mikrolithen; diese Mikrolithen, die,

[1]) Vergl. die davon gemachte Mittheilung im N. J. f. M. 1893, II, pag. 47—51.

[2]) Nach der von Bunsen ausgeführten Analyse des isländischen Liparits. J. Roth, l. c. 1861, pag. 12, N. 32.

Digitized by Google

wie es sich herausstellte, Biotit sind, bilden schön ausgebildete gelbliche, in der Glasbasis verschiedenartig gelegene hexagonale Täfelchen (vergl. Fig. 6, Taf. VI). Da alle Kanten der Täfelchen durch schmale Flächen abgestumpft sind (vergl. Fig. 6, Taf. VI) stellen sie augenscheinlich die Combination: (001) (111) ($1\bar{1}1$) (011) vor. Der Pleochroïsmus der vertical stehenden Täfelchen ist sehr stark (braun—blassgelb); die Lichtabsorption nach dem Schema: $c > b > a$; sehr stark ist auch die Doppelbrechung der vertical stehenden Blättchen; die Auslöschung — eine gerade. Manche Täfelchen sind auch corrodirt. Schliesslich enthält die Schmelze in grosser Menge noch eine Ausscheidung, nämlich Aggregate von durchsichtigen Prismen, die manchmal deutliche Sphärolithe bilden und die weissen Interferenzfarben des Sanidins besitzen. Die meisten Prismen zeichnen sich durch gerade Auslöschung und optisch negativen Charakter (in Bezug auf ihre Länge) aus; doch kommen auch Durchschnitte mit schiefer Auslöschung (5—10°) vor. Zwillingsbildung (nach dem Karlsbader Gesetz) mit einer zur Zwillingsnaht symmetrischen Auslöschung beobachtete man ziemlich selten. Alle diese Eigenschaften deuten auf Sanidin hin, dessen Kryställchen aber nicht so regelmässig wie Quarz- und Biotitkryställchen sind. Ausser diesen Ausscheidungen lässt sich noch in der Schmelze eine geringe Menge von gelben Körnchen und nadelförmigen Bildungen, die aller Wahrscheinlichkeit nach Krystallisationsproducte der Wolframsäure bilden, bemerken. Die isotrope Glasbasis zeigt eine eigenthümliche, an Mikrofelsit erinnernde Structur.

Trachyt von der Insel Ischia[1]), dessen Bestandtheile mit 3·5 Procent Wolframsäure zusammengeschmolzen waren, lieferte auch ein Product, in welchem verhältnissmässig grosse optisch positive Quarz-Dihexaëder mit einem etwa 76° betragenden Winkel (zwischen den oberen und unteren Rhomboëderflächen), weissen und gelben Interferenzfarben u. s. w. wie oben, zu unterscheiden waren.

Aus dem oben Gesagten wird also klar, dass alle die drei wesentlichen Bestandtheile des Granitits im „trockenen" Silicatmagma schon bei der Gegenwart von 1% Wolframsäure künstlich dargestellt werden können. Es bleibt noch die Frage zu entscheiden, was für eine Rolle Wolframsäure beim Ausscheiden von Quarz und Sanidin

[1]) Kalkowsky, Elemente der Lithologie, pag. 89, Nr. 7.

Digitized by Google

aus der Alumosilicatlösung spielt. Bekanntlich wurde von Hautefeuille [1]) Quarz und Orthoklas beim Zusammenschmelzen ihrer Bestandtheile mit wolframsauren Alkalien erhalten. Nach Hautefeuille bildet sich Quarz bei einer niedrigeren Temperatur (unter 850°), als Orthoklas verlangt (zwischen 900 und 1000°). Interessant ist, dass, wenn die Temperatur von 900 bis 1000° steigt, statt Quarz Tridymit auskrystallisirt, bei einer Temperatur von über 1000° kann sich auch Tridymit nicht mehr bilden, weil sich dann Kieselsäure mit dem Alkali zum Silicat vereinigt, indem Wolframsäure verdrängt wird; bei Temperaturerniedrigung zersetzt letztere wiederum das Alkalisilicat, wobei sich freie Kieselsäure in Tridymit- oder Quarzgestalt ausscheidet. Diese werthvollen Untersuchungen von Hautefeuille werfen auch auf die Quarzbildung in unserer Liparitschmelze ein helles Licht. Es muss angenommen werden, dass die Wolframsäure, indem sich die Schmelze in einer niedrigeren Temperatur (in der Stelle II) befand, sehr saure Silicate zersetzte und Quarz sich ausschied. Beim Steigen der Temperatur (wann in den Fabriköfen Glas geschmolzen wird) wurde wiederum WO_3 ausgeschieden, die später beim Fallen der Hitze (bei der „Arbeit") nochmals auf kieselsaure Alkalien ebenso zersetzend einwirkte u. s. w. Derartig können kleine Mengen von WO_3 (bei unserem Versuch 1 Procent) grosse Mengen Kieselsäure in krystallisirten Zustand überführen. Aehnliche Vorgänge kommen augenscheinlich auch bei der Sanidinbildung vor. Die Rolle der Wolframsäure ist bei diesen Reactionen wahrscheinlich auf die Zersetzung intermediärer kieselsaurer Verbindungen bei Temperaturerniedrigung beschränkt. Es ist noch nicht bekannt, was für Verbindungen dabei Wolframsäure bilde.[2])

Bei dieser Gelegenheit können wir bemerken, dass Biotit bisher immer aus Silicatschmelzen, die unfehlbar Fluorverbindungen enthalten mussten, dargestellt wurde [3]); Vogt [4]) constatirte die Bildung

---

[1]) Hautefeuille, C. r. 1878, LXXXVI, pag. 1134, pag. 1194; C. r. 1877, LXXXV, pag. 952.

[2]) Bekannt sind blos Hydrate von Kieselwolframsäuren, die Marignac erhielt. Graham-Otto, Lehrbuch d. anorg. Chemie, Bd. II, pag. 1160.

[3]) Hautefeuille et L. Péan de Saint-Gilles, C. r. 1887, CIV, pag. 508. K. v. Chrustschoff, T. M. P. M. 1888, pag. 55. Doelter, N. J. f. M. 1888, Band II.

[4]) J. H. L. Vogt, l. c. pag. 92—93.

Digitized by Google

von Biotit in Schlacken, die Nebenproducte des Schmelzprocesses bei ursprünglich 1—3 Procent Flusspath enthaltenden Gemischen waren; doch sind Schlacken, in welchen sich Biotit ausgeschieden hat, vollständig fluorfrei.

Die oben auseinandergesetzten Versuche und Betrachtungen führen uns zu folgenden Schlüssen:

1. Stark mit Kieselsäure übersättigte Silicatlösungen (vorzugsweise thonerdefreie) scheiden beim Erkalten den Kieselsäureüberschuss in der krystallisirten Gestalt des Tridymit und seiner prismatischen bisher noch nicht näher untersuchten Modification aus.

2. Bei Gegenwart sehr kleiner Mengen von Wolframsäure (1 Procent) zerfällt das Liparitmagma in Quarz, Sanidin und Biotit.

Letztere Folgerung kann auch vom geologischen Standpunkt eine gewisse Bedeutung haben. Der Wolframsäure ähnliche, bei intermediären Reactionen, die zur Quarz-, Orthoklasbildung u. s. w. führen, sich betheiligende Stoffe kommen in geringen Mengen in sauren Eruptivgesteinen überall vor, falls wir zu diesen Stoffen Phosphorsäure, Fluor und Chlor, die in diesen Gesteinen in Apatit, zuweilen in Glimmergestalt u. a. vorhanden sind, hinzurechnen. Wolframsäure ist in ihnen seltener zu finden, doch ist ihre Gegenwart in Graniten in Wolframitform mehrfach und in vielen Gegenden constatirt worden (Zinnwald, Ehrenfriedersdorf, Geyer, Schlaggenwald, Harz, Cornwall, Cumberland, Nertschinsk, Aduntschilon, Bajewka; Insel Rona, Monroë u. s. w.). Sehr interessant ist für uns das Vorkommen von Wolframit in den Trachytklüften zu Felsöbánya (Ungarn).[1]) Wie bekannt, begleiten wolframsaure Salze, wie Stolzit, Scheelit, Wolframit, sehr oft aufgewachsene Quarzkrystalle.[2]) Diese Beobachtungen zeigen uns, Wolframsäure spiele auch in der Natur in manchen Fällen bei der Quarzbildung und beim Entstehen saurer Eruptivgesteine vielleicht dieselbe chemische Rolle, die wir bei der oben beschriebenen Liparitsynthese bemerkt haben.

---

[1]) Naumann-Zirkel, Elem. d. Mineralogie, 1881, pag. 465. Vergl. auch F. Zirkel, Lehrbuch d. Petrographie. 1894, Bd. II, pag. 16.

[2]) Vergl. Dana, A system of Mineralogy, 1892, pag. 189.

Digitized by Google

2. Cordierit-Andesit (Cordierit-Vitrophyrit von Molengraaff).

(An. 17, Tab. VIII; Fig. 2, Taf. III.)

Ein mit Thonerde übersättigtes und gleichzeitig alkaliarmes Andesitmagma, dessen Zusammensetzung auf pag. 69 (Tab. VIII, 17) angeführt ist, wurde sieben Tage lang an den Stellen II und III des Canals erhitzt. Die erhaltene Schmelze stellte eine glasige Masse dar, in der man u. d. M. in die gelbbraune Basis eingesenkte Cordierit-, Spinell-, Magnetit-, Plagioklas- und Augitausscheidungen bemerken konnte. Cordierit nimmt sowohl wegen der Krystallgrösse, wie auch ihrer Anzahl nach die erste Stelle ein; er bildet kurze, farblose, in Verticalschnitten länglich-viereckige und in Querschnitten vorzugsweise sechseckige Prismen; diese Prismen sind dem Aragonit ähnliche Zwillinge rhombischer Individuen, weshalb sie mitunter einen treppenförmigen Bau zeigen und in polarisirtem Lichte, besonders auf zur Verticalaxe senkrechten Durchschnitten heterogen sind; auf Längsschnitten sind manchmal Spaltungsrisse ‖ (001) zu bemerken. Ins Innere der Kryställchen ragen oft canalähnliche, mit braunem Glas ausgefüllte Einschlüsse hinein, ausserdem bildet auch Spinell kranzförmig vertheilte (auf Querschnitten) Einschlüsse (vergl. Fig. 2, Taf. III). Die optische Charakteristik und die chemischen Eigenschaften dieser äusserst charakteristischen Cordieritausscheidungen sind auf pag. 68 angeführt. Spinell, in Gestalt von regelmässigen, aber winzigen gelblichen Oktaëdern, wird gewöhnlich von schwarzen Magnetitkörnchen in kleiner Anzahl begleitet. Nadelförmige Augitmikrolithe mit schiefer Auslöschung und starker Wirkung auf polarisirtes Licht bilden verfilzte Aggregate (vergl. Fig. 2, Taf. III). Längliche in kleiner Anzahl ausgeschiedene Feldspathprismen zeichnen sich durch Zwillingsstructur, höhere Interferenzfarben (weiss und gelb I. Ordnung) als der Cordierit hat, und Auslöschungsschiefe der Zwillingsstreifen, deren Winkel zwischen 15 und 30° schwankt, aus; daher müssen sie dem Labrador zugewiesen werden.

Setzt man diese Schmelze einem weiteren Erhitzen im Perrotschen Ofen aus, dann wachsen die beschriebenen Ausscheidungen fort, es vergrössert sich besonders die Menge von Spinell und Magnetit, der die Basis ausfüllt; dadurch wird letztere schwarz, verliert ihre ursprüngliche Homogeneität und die gelbliche Farbe. Augitmikrolithe kommen in Form ganzer Schwärme vor; die Menge

Digitized by Google

von Labrador wächst stark, die Basis wird bedeutend reducirt. Die Glaseinschlüsse im Cordierit haben auch viele schwarze Magnetitkörnchen ausgeschieden. Letzterer Umstand zeigt, wie vorsichtig und kritisch man sich der in der Petrographie üblichen Methode — die Reihenfolge der Mineralausscheidungen nach den Einschlüssen zu beurtheilen — bedienen muss. Hätten wir unsere Schmelze nur nach dem 2. Krystallisationsstadium beobachtet, so würden wir Magnetit für eine frühere Ausscheidung als Cordierit gehalten haben; in der That aber hat sich die Hauptmenge von Magnetit später als Cordierit ausgeschieden. Nur die Spinellbildung fing vor der Cordieritkrystallisation an; Augit und Labrador begannen sich auch früher als Magnetit zu bilden, schieden sich aber im 2. Krystallisationsstadium mit letzterem zusammen weiter aus. Derartig können im krystallisirenden Magma mehrere Minerale gleichzeitig wachsen, obwohl die Anfänge ihrer Bildung durch gewisse verschiedene Zeitzwischenräume getrennt sind.

Der auf synthetischem Wege erhaltene Cordierit-Andesit erinnert bis auf die Einzelheiten (im 1. Krystallisationsstadium) an den von Molengraaff beschriebenen „Cordierit-Vitrophyrit". Dieser Umstand zeigt, dass in der Natur unzweifelhaft Magmen existiren, die Cordierit auszuscheiden fähig sind; wie wir oben gesehen haben, gehören diese zum Typus der mit Thonerde übersättigten und gleichzeitig Magnesia und Kieselsäure in genügenden Mengen enthaltenden Magmen. Cordierit ist ein sehr verbreiteter Bestandtheil der ungarischen Biotit-Trachyte (Trachytgruppe der Donau, Chemnitz u. a.). Aus der Beschreibung von Prof. Szabó[1]) wird es klar, Cordierit bilde in diesen Gesteinen keine exogenen Einschlüsse, sondern primäre Magmaausscheidungen; aber wegen der äusserlichen Aehnlichkeit zwischen Cordierit und Quarz verwechselten manche Forscher beide Minerale. Die obengenannte Arbeit von Schröder van der Kolk (vergl. pag. 78) weist auch auf die Verbreitung des Cordierit in Biotit-Graniten und Pyroxen-Dioriten der Molukken hin. Es kann auch keinem Zweifel unterliegen, dass man mit der Zeit solche cordieritführende Gesteine, die dieses Mineral als primäre Magmaausscheidung einschliessen, in grösserer Anzahl finden wird. Auf Grund unserer

[1]) Dr. J. Szabó, Prof. in Budapest, Der Granat u. d. Cordierit in den Trachyten Ungarns. N. J. f. M. 1881, I. B.-B., pag. 316—318.

Digitized by Google

experimentellen Untersuchungen und theoretischen Betrachtungen (II. Abschn., 7) können wir voraussetzen, dass dies hauptsächlich Gesteine von andesit-trachytischem Typus (im Sinne des Magmas) sein werden.

VI. Abschnitt.

Mit Thonerde nicht gesättigte Basaltmagmen.

Mit dem im II. Abschnitt Dargelegten übereinstimmend, werden wir solche Magmen als mit Thonerde nicht gesättigte bezeichnen, die freie Thonerde aufzunehmen fähig sind, ohne sie beim Krystallisiren wiederum auszuscheiden. Zu solchen Magmen gehört bekanntlich die grosse Mehrzahl der in der Natur vorkommenden Basalte.

I. Bildung von Augit-Sphärolithen in mit Augitsubstanz stark übersättigten Magmen.

(Fig. 2 und 3, Taf. I; Anal. 26—28, Tab. XIV.)

Geschmolzen wurden 100 Pfund von einer Mischung, die dem von Prof. Cohen[1]) beschriebenen und analysirten Basaltobsidian von Hawaii entsprach. Das Schmelzen nebst der Krystallisation und Erkaltung dauerte 40 Stunden; es resultirte eine compacte schwarze, glasige Masse mit schön ausgebildeten gelblichen Sphärolithen, die auf Taf. I, Fig. 2 abgebildet sind. Die chemische Zusammensetzung dieser Sphärolithe und des sie umgebenden Glases ist auf pag. 120, Tab. XIV, 27 und 28 angeführt. Die Sphärolithe (Globosphärite) sind offenbar von gemischtem Typus, doch besteht ihre Hauptmasse aus Alkali-Augit; sie sind wenig durchsichtig, auf polarisirtes Licht wirken nur ihre Peripherietheile; makroskopisch zeichnen sie sich durch eine deutliche, faserig-radiale Structur aus. Das braune Glas enthält ausser Sphärolithen keine anderen Ausscheidungen. Da die Zusammensetzung des Glases und diejenige der Sphärolithe sich nahe stehen, ist die Schmelze offenbar eine mit Augitsubstanz sehr stark übersättigte Lösung. Erhitzt man einzelne Stückchen dieser glasigen Schmelze mehrere Tage lang bei einer Temperatur von etwa 1000 Grad, so verändert sich ihre äusserliche Gestalt nicht, sie werden nur an den Kanten abgeschmolzen und gehen in eine sehr zähe, körnige, gelblich-

[1]) E. Cohen, Ueber Laven von Hawaii etc. N. J. f. M., 1880, II, pag. 28, 41, 50—51.

Digitized by Google

grüne Masse über, die muscheligen Bruch zeigt und unter dem Mikroskop fast ausschliesslich aus im Durchschnitt unregelmässig polygonal begrenzten Sphärolithen besteht. Diese Sphärolithe wirken schon auf polarisirtes Licht stärker ein; die Arme des schwarzen Kreuzes bilden mit den Hauptschnitten der Nikols einen Winkel von circa 10 Grad; in der sie zusammenkittenden Basis sind Magnetitausscheidungen zu bemerken. Oben haben wir gesehen, dass gleichzeitig die ganze auskrystallisirte Masse dichter wird. Von Interesse ist, dass Cohen im basaltischen Obsidian von beinahe derselben Zusammensetzung (nur mit einem Gehalt an Eisenoxydul und -Oxyd in umgekehrtem Verhältnis) eine glasige Grundmasse fand, die gänzlich aus polygonalen Sphärolithen bestand, welche in concentrirter Salzsäure unlöslich waren, während Feldspath von ihr angegriffen wurde; es waren das wahrscheinlich auch Pyroxen-Sphärolithe. Dabei bemerkt Cohen, die Bildung von Sphärolithen im Lava stehe nicht mit einem hohen Wassergehalt in Verbindung, weil letzterer im vorliegenden Falle im ganzen nur 0·48 Procent beträgt.

100 Pfund der an Alkalien, Fe_2O_3 und FeO reichen, leicht schmelzbaren Masse ergaben nach zehnstündlichem Erhitzen bei Rothgluttemperatur eine aus drei verschiedenen Theilen bestehende Schmelze: 1. der unterste Theil stellte eine dunkelgrüne, körnige, krystallinische Masse dar; 2. der Mitteltheil grosse, gelblichgrüne, in schwarzes Glas eingesenkte Sphärolithe, und endlich 3. der obere Theil bestand ausschliesslich aus Glas. Auf der Fig. 3, Taf. I, ist blos der untere und mittlere Theil der erhaltenen Masse abgebildet. Die chemische Untersuchung zeigte, die Sphärolithe und das sie umschliessende Glas seien fast gleichartig zusammengesetzt (An. 26 und 26 *a*, Tab. XIV, pag. 120), wobei die Sphärolithe als ein sehr alkalireicher Augit erschienen. Unter dem Mikroskope besteht der untere Theil der Schmelze aus einem faserigen Aggregat von gestreckten, prismatischen Individuen desselben Augits, die von einer geringen Menge der hellgelben Basis zusammengekittet sind, und aus wunderschönen spitzenähnlichen Magnetitnetzen, von denen schon oben die Rede war (II. Abschnitt, 8, pag. 89 und Fig. 3, Taf. III). Bei diesem Versuch wurde das Eisenoxydul aus Hämatit durch Schmelzen mit einer entsprechenden Menge pulverisirter Holzkohle erhalten. Ein Theil des Hämatits wurde dabei zu Eisen reducirt, das sich am Tiegelboden in Kügelchen absetzte (Fig. 3, Taf. I). Infolge dessen auch bereicherte

Digitized by Google

sich der untere Schmelzentheil mit Magnetit, der im oberen Theil nicht zugegen ist. Daher ist natürlich die Dichte der Schmelze im unteren Theil viel höher als im oberen, wie aus folgenden Bestimmungen ersichtlich ist:

2·634 . . spec. Gew. des oberen Theiles der Schmelze.
2·773 . . „ „ des Glases } mittlerer Theil der Schmelze
2·886 . . „ „ der Sphärolithe }
2·996 . . „ „ des unteren Theiles der Schmelze mit Magnetit.

Diese Angaben zeigen, dass innen im krystallisirenden Magma Processe vor sich gehen können, die zur Trennung in Schichten von verschiedener Dichte und Structur und zum Theil auch von verschiedener chemischer Zusammensetzung führen. Der untere Theil der Schmelze krystallisirte vollkommener, nicht nur wegen seines langsameren Erkaltens, sondern möglicherweise auch wegen des auf ihn durch die höher liegende Glasmasse ausgeübten Druckes. Das die Sphärolithe umgebende Glas krystallisirt ungemein leicht, indem es seine Farbe und Dichte, die dann dem spec. Gewichte der Sphärolithe nahe kommt, ändert. Die chemischen Eigenschaften des Glases und der Sphärolithe haben wir oben (Abschnitt III, pag. 121) kennen gelernt.

In beiden hier angeführten Fällen haben wir es mit stark mit Augitsubstanz übersättigten Magmen zu thun und in beiden Fällen scheidet sich bei raschem Erkalten der Schmelze die Augitsubstanz in Sphärolithgestalt von faserig-radialer Structur aus. Infolge dessen können wir behaupten, die Bildung der Sphärolithstructur der Schmelze hänge vom Grade ihrer Uebersättigung mit einem gewissen Silicat und von den für ein langsames und regelmässiges Wachsen der Krystalle ungünstigen Bedingungen ab. Doch spielen hier möglicherweise eine gewisse Rolle auch die morphologischen Eigenschaften der alkalihaltigen Augite (Akmit, Jadeit), die gewöhnlich für sie charakteristische, nadelförmige, längliche Krystalle und faserige Aggregate bilden. Jedenfalls dienen beide Schmelzen als ein hübsches Beispiel von übersättigten festen Lösungen, die unter dem Einflusse der in Form von Wärme zugeleiteten Energie sehr leicht krystallisiren.

Auch die Vesuv-Lava von 1631 gehörte zu denjenigen Magmen, die zum Zerfall in Sphärolithe geneigt sind. Eine Mischung von 47·5 Procent SiO_2, 16·7 Al_2O_3, 4·2 Fe_2O_3, 5·9 FeO, 1·2 MnO, 10·0 CaO,

Digitized by Google

4·3 MgO, 7·5 K_2O, 2·3 Na_2O, 0·2 TiO_2, 0·5 P_2O_5, 0·4 Cl und 0·1 Fl[1]) wurde in einer Menge von 100 Pfund geschmolzen und langsam (12 Stunden lang) abgekühlt. Erhalten wurde eine blasige Glasmasse, in welcher unter dem Mikroskope nur Augit- und Magnetitmikrolithe zu sehen waren. Kühlt man die geschmolzene Masse rasch ab, dann scheidet sich auch Augit und Magnetit, aber in Gestalt von winzigen Sphärolithen von gemischtem Typus aus. Doch müssen wir bemerken, dass dieses Magma, ungeachtet der Gegenwart von Fluor und Chlor[2]), schwierig krystallisirt. Die Ursache dieser Trägheit liegt aller Wahrscheinlichkeit nach in seiner chemischen Zusammensetzung, die sich durch einen hohen Gehalt an Kali, dessen Silicate bei gewöhnlichen Bedingungen äusserst schwer übersättigte Lösungen bilden, auszeichnet. Es ist auch wohl möglich, dass die aus gewöhnlichen Fabriksmaterialien dargestellte Mischung eine Schmelze ergab, die von der Lavazusammensetzung in gewissem Grade abweicht (leider ist diese Schmelze nicht analysirt worden). Schmilzt man aber dasselbe aus reinen chemischen Präparaten dargestellte (Leucit-Tephrit-) Magma und erhitzt man es längere Zeit im Perrotschen Ofen, so wird es dennoch nicht vollkommen entglast, sondern ergibt immer reichliche Mengen Glasbasis. Es scheidet sich viel Magnetit, grüner Augit mit deutlichem Pleochroismus und einer Auslöschungsschiefe von circa 45°, etwas Olivin und Plagioklas (Labrador) aus. In der bräunlichen Basis kommen sternartige, dunkle Wachsthumsformen zum Vorschein. Leucit konnte jedoch nicht entdeckt werden; augenscheinlich ist Kali grösstentheils in der Basis geblieben.[3])

2. Enstatit-Basalt.

(Fig. 1, 2 und 5, Taf. IV; Anal. 20 und 21, Tab. XI.)

Eine Mischung von 3 Theilen Olivin, 3 Theilen Labrador und 1 Theil Augit (vergl. I. Abschnitt, pag. 21) stellte ein zur Untersuchung der Ausscheidungsbedingungen des rhombischen Pyroxens und überhaupt der Ausscheidungsfolge der Minerale aus dem Magma bequemes Object dar. Die Mischung wurde in grosser Menge (etwa 100 Pfund) aus Fabriksmaterialien zubereitet, wodurch sich die

[1]) Vergl. Kalkowsky, Elem. d. Lithologie, pag. 145, Nr. 5.

[2]) Trotz Doelter's Versicherung. N. J. f. M., 1897, I, pag. 26.

[3]) Vergl. Lagorio, l. c. pag. 521 u. v. a.

Digitized by Google

ursprünglichen Zahlenverhältnisse der sie bildenden Minerale etwas geändert haben. Nur ein kleiner Theil der Mischung, etwa 500 Gramm, wurde gesondert, mit Eisenoxyd (Hämatit) allein geschmolzen, die Hauptmasse aber mit Zusatz einer kleinen Menge Holzkohle dem Schmelzprocess unterworfen, um Hämatit zu Eisenoxydul zu reduciren.

a) Die kleinere Portion befand sich 20 Tage lang an den Stellen II und III des Canals; nach Ablauf dieser Zeit wurde eine schön auskrystallisirte gelblichbraune Schmelze erhalten. Mit blossem Auge konnte man in ihr Pyroxenkryställchen bemerken; in den kleinen Blasen der Schmelze waren Reste ungeschmolzenen Hämatits, sowohl wie neu auskrystallisirte Hämatitblättchen und glänzende, nadelförmige (bis 1 Millimeter lange), gelblichbraune Pyroxenkryställchen zu bemerken. Letztere zeigen unter dem Mikroskope eine Combination der Formen (100), (010), (110), die entweder mit einem basischen Pinakoid oder seltener mit zwei unregelmässig entwickelten Paaren pyramidaler Flächen begrenzt sind; in der Prismenzone kommen vorwiegend Pinakoide vor. Die Kryställchen zeichnen sich durch Pleochroismus ($\parallel c$ — hellgelb, strohgelb: $\perp c$ — gelb) und gerade Auslöschung aus, d. h. sie gehören dem rhombischen Pyroxen zu.

Unter dem Mikroskope besitzt die Schmelze eine scharf ausgeprägte mikroporphyrische Structur (Fig. 2, Taf. IV). Die Rolle von „porphyrischen Ausscheidungen" spielen hier die idiomorphen Kryställchen des rhombischen Pyroxens und Olivins, die Grundmasse besteht aber aus monoklinem Pyroxen, Plagioklas, Magnetit und einer geringen Menge Glasbasis. Der rhombische Pyroxen, dessen chemische Zusammensetzung wir oben (An. 20, Tab. XI, pag. 111) kennen gelernt haben, erscheint hier als fast farbloser und keinen Pleochroismus aufweisender Enstatit (nur wenige Durchschnitte sind schwach gelblich oder strohgelb gefärbt). Querschnitte zeichnen sich durch eine bemerkenswerte Regelmässigkeit aus und zeigen in den meisten Fällen Vierecke mit abgestumpften Winkeln. Auch hier sind hauptsächlich die Pinakoide (100) und (010) entwickelt, das Prisma ist ihnen untergeordnet oder fehlt gänzlich. Deutlich und regelmässig sind die Risse von prismatischer Spaltbarkeit, die einen Winkel von $88^1/_2$ Grad bilden (vergl. Fig. 2, Taf. IV); ausserdem lassen sich Risse bemerken, welche die Winkel prismatischer Spaltbarkeit nach Dia-

Digitized by Google

gonalen theilen und beiden Pinakoiden parallel sind. Im convergenten polarisirten Licht geben diese Schnitte eine symmetrische, zweiaxige Interferenzfigur mit grossem Winkel der optischen Axen, deren Ebene in (010) liegt. Die Zonenstructur [1]) ist mitunter deutlich durch eine Aufeinanderfolge hellgelber und farbloser Streifen parallel den Flächen (100), (010) und (110) ausgedrückt; diese Erscheinung hängt aller Wahrscheinlichkeit nach von Temperaturschwankungen im Ofen während der Krystallisation der Schmelze (vergl. I. Abschn., pag. 17) ab. Längsschnitte sind nicht so regelmässig wie die Querschnitte; ihre Enden sind gewöhnlich abgerundet, manchmal gerade abgestumpft oder in Gestalt einer Pyramide zugeschärft; im letzteren Falle besitzen die Schnitte wegen unregelmässiger Entwicklung der Pyramidenflächen (vergl. Fig. 2, Taf. IV) monoklinen Habitus. Die Interferenzfarben sind intensiver (weiss, gelb, 1. Ordnung) als auf Querschnitten. Ausser der deutlich ausgedrückten prismatischen Spaltbarkeit sind auch unregelmässige, mehr oder weniger (001) parallel gerichtete Querrisse zu sehen. Alle diese Schnitte zeichnen sich durch gerade Auslöschung und optisch positiven Charakter aus (+). Aus den angegebenen Eigenschaften wird es klar, dass der rhombische Pyroxen der Schmelze dem Enstatit mit allen seinen, für dieses Mineral in der Natur charakteristischen Eigenschaften angehört. Die ein- und aufgewachsenen Enstatitkryställchen unterscheiden sich nicht wesentlich von einander, letztere besitzen blos regelmässigere Begrenzungen. Enstatit ist arm an Einschlüssen; sehr selten sind farblose, stark doppelbrechende Olivinkörnchen in ihm zu finden, häufiger Poren mit braunen Glaskügelchen, ebenso mit Glasbasis ausgefüllte Vertiefungen. Eine äusserst interessante Erscheinung bildet die Umhüllung des Enstatits mit monoklinem Augit, der ihn manchmal von allen Seiten, gleichwie mit einer dünnen Rinde, bedeckt. Diese Rinde ist leicht zu bemerken, weil sie intensiv gelbbraun gefärbt ist, und ihr eine andere optische Orientirung (schiefe Auslöschung u. a.) eigen ist. Bekanntlich wächst der rhombische Pyroxen in der Natur recht oft mit monoklinem zusammen, aber in anderer Weise, — blos die Prismenzone ist beiden gemein, hier dagegen haben wir es mit einer vollen peripherischen (morphotropen) Umwachsung zu thun. Augit

[1]) Diese Erscheinung wird in der Natur bei rhombischen Pyroxenen selten beobachtet. Vergl. F. Becke, Ueber Zonenstructur der Krystalle in den Erstarrungsgesteinen, T. M. P. M., 1897, XVII, pag. 100.

Digitized by Google

in Gestalt von gestreckten Prismen bildet Aggregate, hauptsächlich in der Grundmasse, die er braungelb färbt. Seine Interferenzfarben sind viel höher als diejenigen des Enstatits; Auslöschungsschiefe auf (010) = circa 45 Grad; Zwillinge nach (100). Dieser Augit enthält wegen seiner braunen Farbe und der Schmelzezusammensetzung wahrscheinlich viel Eisenoxyd und ist daher basischer als der rhombische Pyroxen, obwohl sich letzterer zweifellos früher ausgeschieden hat. Olivin bildet die chronologisch erste Ausscheidung der Schmelze, die aber ihrer Menge nach den Pyroxenen nachsteht; er stellt kurze Kryställchen mit stark entwickelten Doma vor; sie sind vollständig durchsichtig, farblos und zeichnen sich durch sehr starke Doppelbrechung und gerade Auslöschung aus; da die Schmelze sehr arm an Eisenoxydul ist, so kann man diese Kryställchen dem Forsterit zuzählen.

Doch bildet die Hauptmenge des Olivins Kugelaggregate (vergl. Fig. 5, Taf. IV), die auch dunkle Körnchen der Grundmasse einschliessen; diese Aggregate erinnern an Meteorit-Chondren, unterscheiden sich von diesen durch körnige Structur. In der Folge wird uns noch mehrfach die Gelegenheit geboten werden, ähnliche kugelförmige Olivin-Concretionen zu sehen, die bei der Differenzirung des Basaltmagmas entstehen. Die Grundmasse der Schmelze besteht aus länglichen und durchsichtigen Plagioklasausscheidungen, gelbbraunem Augit und Magnetit. Plagioklas zeichnet sich durch Zwillingsstructur mit einer Auslöschung von 10—27 Grad aus, was auf seine Zugehörigkeit zum Labrador hindeutet; offenbar hat er sich früher als andere Bestandtheile der Grundmasse ausgeschieden, weil er keine Einschlüsse aufweist. Magnetit tritt in geringer Menge, aber in regelmässig ausgebildeten Oktaëdern und Rhombendodekaëdern auf; seine Krystallisation ging gleichzeitig mit derjenigen des Augits der Grundmasse vor sich, aber später als die des Labradors. Was Augit anbetrifft, hat sein Ausscheidungsprocess aus dem Magma sofort nach dem rhombischen Pyroxen angefangen, dauerte aber so lange, bis die Schmelze endgiltig erkaltet war. Die chemische Zusammensetzung des Augits der Grundmasse unterscheidet sich aller Wahrscheinlichkeit nach bedeutend von der Zusammensetzung des den Enstatit mit einer Rinde umhüllenden monoklinen Pyroxens. Die gelbliche Basis ist nur stellenweise und spärlich vorhanden. Folglich erstarrten die Bestandtheile der Schmelze in folgender Ordnung:

Digitized by Google

Olivin[1])	(42·9 Proc.	SiO_2)
Enstatit	(53·2 „	SiO_2)
Monokliner Pyroxen α	($<$ 53 „	SiO_2)
Labrador	(ca. 54 „	SiO_2)
Magnetit und monokliner Pyroxen β / Basis	($<$ 52·3 „	SiO_2)

Anfänglich schieden sich aus dem magnesiareichen (13·3 Procent, An. 21, Tab. XI) Magma Magnesiasilicate (Forsterit und Enstatit) aus und darauf, als das Verhältniss zwischen Magnesia und Kalk der Einheit nahe gekommen war, monokliner Augit von kleinerem Kieselsäuregehalt als Enstatit. Wegen dieses Verlaufes der Krystallisation ist der Magnesiagehalt in dem übrig gebliebenen Theile der Lösung stark gesunken und derjenige von Kalk, Natron und Eisenoxyd gestiegen, die Lösung übersättigte sich mit letzteren, was zur Ausscheidung von Labrador, Magnetit und eisenoxydhaltigem Augit geführt hat. Folglich sehen wir, dass die Reihenfolge der Ausscheidung genannter Minerale durchaus nicht von ihrer „Acidität" abhängt, sondern nur von dem Uebersättigungsgrad der Lösung, der sich zufolge der Bildung verschiedener Salze und der Temperaturerniedrigung fortwährend ändert. Oben wurde erwähnt, Augit wäre hier wie überall basischer (im Sinne des Procentgehaltes von SiO_2) als der früher ausgeschiedene Enstatit; die Basis muss auch zweifellos nach der Ausscheidung des in der Schmelze vorherrschenden Enstatits (53·2 Procent SiO_2) und Labradors (etwa 54 Procent SiO_2) weniger, als 52·3 Procent Kieselsäure (so viel enthält die Schmelze im ganzen) enthalten. Die Kieselsäuremenge in den sich ausscheidenden Verbindungen schwankt fortwährend und kann keinen unmittelbaren Einfluss auf die Krystallisation dieses oder jenes Minerals haben.

b) Die Hauptmasse (etwa 100 Pfund) derselben basaltischen Mischung wurde mit einer kleinen Menge Holzkohle geschmolzen; ihre Zusammensetzung änderte sich deswegen etwas, weil ein Theil des Hämatits zu Metall reducirt wurde und sich am Tiegelboden niedersetzte, der andere Theil in Eisenoxydul überging. Die Krystal-

[1]) Um den Umstand zu veranschaulichen, dass die Ausscheidung der Minerale aus dem Magma stufenweise vor sich geht in dem Sinne, dass der Beginn der Krystallisation der einen Verbindung mit der Mitte oder dem Ende des Krystallisationsprocesses der anderen zusammenfällt, schreibe ich die Namen der ausgeschiedenen Minerale nicht in einer Reihe untereinander, sondern treppenförmig.

Digitized by Google

lisation der Schmelze dauerte im ganzen 8 Stunden; nichtsdestoweniger wurde eine graue, halbkrystallinische Masse erhalten, im Inneren mit grossen Hohlräumen, deren Wandungen mit glänzenden und regelmässig ausgebildeten rhombischen Pyroxenkrystallen bedeckt waren. Diese Höhlungen entstanden durch Ablagerung metallischen Eisens, das hinter sich leere, die Masse durchdringende Röhrchen bildete. Diese fast farblosen Kryställchen stellen flache, 1 Millimeter lange und 0·5 Millimeter breite Prismen vor. Ihren optischen Eigenschaften nach erinnern sie an den Enstatit der vorigen Schmelze, krystallographisch sind sie aber verschieden; bei ihnen ist (100) in Combination mit (110) stark entwickelt; ihre Enden sind durch (001) abgestumpft, die Flächen (010) fehlen. Auf dem Goniometer geben die Kryställchen sehr gute Reflexe, weshalb auch der Winkel (100) : (110) genau gemessen werden konnte; das Mittel von 3 übereinstimmenden Beobachtungen ergab 40° 7′. Hieraus folgt, dass wir es hier nicht mit dem gewöhnlichen Prisma, dessen Winkel 88° 20′ beträgt, sondern mit einem schärferen (Winkel gegen 80°) zu thun haben. Die Doppelbrechung der Kryställchen ist niedrig, die Auslöschung gerade, ihr Pleochroismus sehr schwach, die Ebene der optischen Axen (010), stumpfe Bissectrix senkrecht auf (100); heisse Salzsäure greift sie nicht merklich an. So weit mir bekannt, ist die erwähnte Combination bei dem in der Natur vorkommenden rhombischen Pyroxen nicht beobachtet worden.

U. d. M. besteht die Schmelze (Fig. 1, Taf. IV) aus vorherrschender farbloser Basis und Ausscheidungen von rhombischem und monoklinem Pyroxen und Olivin. Die quantitativen Verhältnisse dieser Ausscheidungen sind andere als bei der vorigen Schmelze; hier herrschen Olivin und Augit vor und der rhombische Pyroxen (Enstatit) spielt eine untergeordnete Rolle. Ungeachtet der kurzen Krystallisationsdauer ergibt Olivin (Forsterit) schöne und an Flächen reiche Krystalle (Fig. 1, Taf. IV). Unter letzteren unterscheidet man zwei Typen: 1. einen länglich prismatischen mit starker Entwicklung des Prismas und des Domas *k* (021), grösstentheils in Skeletgestalt und 2. einen kurzprismatischen und ziemlich flächenreichen: *M* (100), *n* (110), *T* (010), *d* (101), *e* (111), *k* (021) mit basischem Pinakoid *P* (001) oder ohne letzteres.[1]) Die Kryställchen sind vollständig

[1]) Flächenbezeichnung nach Prof. M. Bauer. (Lehrbuch d. Mineral., pag. 434.)

Digitized by Google

durchsichtig und farblos; wegen starker Lichtbrechung treten sie sehr deutlich aus der Glasbasis hervor; auf manchen sind leichte Risse (001) erkennbar; von Einschlüssen enthalten sie nur Glas in golfähnlichen Vertiefungen und in runden Poren. Augit ist auch farblos (Diopsid [?], Auslöschungswinkel ca. 40°), aber nicht so regelmässig ausgebildet wie Olivin; meistentheils bildet er lange Prismen (Fig. 1, Taf. IV) und verschiedene Wachsthumsformen, die zuweilen an Eisblumen u. dergl. erinnern. Offenbar war die Lösung mit seiner Substanz stark übersättigt, doch verlief die Krystallisation zu rasch. Die Basis der Schmelze stellt ein völlig homogenes, farbloses Glas dar.

Erhitzen wir einzelne Stücke dieser halbglasigen Masse 3 Tage lang bei Rothgluttemperatur, so erhalten sie, ohne zu schmelzen und ohne ihre scharfen Begrenzungen zu verlieren, einen trachytischen, krystallinischen Habitus, sie werden porös, rauh und verlieren ihren ursprünglichen Glasglanz. Unter dem Mikroskop lässt sich sehen, dass die Glasbasis völlig in ein krystallinisches Gemisch von sehr winzigen Plagioklas- und Augit-Mikrolithen übergegangen ist, d. h. das langdauernde Erhitzen der übersättigten „festen Lösung" hatte ihre Krystallisation hervorgerufen.

Um die für die Krystallisation dieses Magmas zweckmässigste Temperatur zu bestimmen, wurde folgender Versuch angestellt: Sechs mit Stücken der Schmelze gefüllte Tiegel wurden in einer Reihe (in zwei Backsteinen) zwischen den Stellen I u. III des Canals aufgestellt. Nach Ablauf eines Monats stellte es sich heraus, dass die ersten vier Tiegel grösstentheils nur Glas enthielten, welches ihre Wände stark angegriffen hatte, während in dem 5. und 6. Tiegel sich durchaus krystallisirte Producte bildeten. Bei näherer Untersuchung wurde es jedoch klar, dass nur der Tiegel 5, der an der Grenze zwischen den Stellen II und III stand, sich in den für eine regelmässige Krystallisation günstigsten Bedingungen, d. h. in einer Temperatur von 700—800° befunden hatte. Obwohl die einer niedrigeren Temperatur ausgesetzte Schmelze des Tiegels 6 vollständig auskrystallisirt war, so sind hier doch die Ausscheidungen xenomorph, unregelmässig, undeutlich begrenzt, abgeschmolzen und dergl. Dagegen sehen wir im Tiegel 5 regelmässige, idiomorphe Olivin- und Enstatitkryställchen, die mit Augitrinde bedeckt sind, kurze, in der ganzen Schmelzmasse regelmässig vertheilte Labradorprismen und Augitmikrolithe; die Basis war fast gänzlich verschwunden.

Digitized by Google

Auch hier hatte sich ein Theil des monoklinen Pyroxens später als Labrador ausgeschieden. Diese Schmelze erinnert in auffallender Weise an das oben unter *a)* beschriebene Krystallisationsproduct, doch enthält sie keinen Magnetit und Hämatit (und überhaupt Eisenoxyd; beim Erhitzen in freier Luft wird die Schmelze intensiv roth). Folglich ändert sich auch im vorliegenden Falle die Reihenfolge der Mineralausscheidung aus der Schmelze nicht und bildet eine stabile Function ihrer chemischen Zusammensetzung; die Dauer der Krystallisation aber und die Temperatur haben einen wesentlichen Einfluss auf die Structur der Schmelze, wie dies aus folgender Zusammenstellung ersichtlich ist:

Rasche Krystallisation:	Langsame Krystallisation bei der Temperatur von 700—800°.	Langsame Krystallisation b. einer Temperatur von $< 700°$.
I. Stadium: Olivin, Enstatit, Monokl. Pyrox. in Dendr. (idiomorph)	Olivin, Enstatit, Monokliner Pyroxen α, Labrador, Magnetit und monokliner Pyroxen β (idiomorph)	Dieselben Minerale bilden ein unregelmässig körniges Aggregat.
Langsame Krystallisation bei niedriger Temperatur:		
II. Stadium: Die Basis zerfällt in winzigste Labrador- und Augitmikrolithe.		
(Hauptmasse *b*.)	(Ein Theil der Mischung *a* und Tiegel 5.) Mikroporphyrische Structur.	(Tiegel 6.)

3. Basaltmagmen mit einem Gehalt von $SiO_2 < 45$ Procent.

(Fig. 3 und 4, Taf. IV; Anal. 22 und 23, Tab. XII.)

Diese Magmen zeichnen sich durch ihre Leichtschmelzbarkeit und dadurch aus, dass sie innerhalb kurzer Zeit vollständig krystallisirte Producte liefern. Eine zum Beispiel dem Melilithbasalt von Hochbohl[1]) entsprechende Mischung (33·9 Procent SiO_2, 10·0 Al_2O_3, 15·6 Fe_2O_3, 16·1 MgO, 15·2 CaO, 2·9 Na_2O, 0·6 TiO_2, 1·4 P_2O_5) schmilzt nicht, ohne gleichzeitig zu krystallisiren, sie greift aber die Tiegelwände bei einer Temperatur von etwa 1000° oder darüber sehr energisch an. Deswegen habe ich bei den in der Fabrik angestellten Versuchen ihre Zusammensetzung ein wenig geändert, indem ich die Mengen von Kieselsäure und von Natron vergrösserte (vergl. An. 23, Tab. XII, pag. 114). 20 Pfund der Mischung wurden bei

[1]) J. Roth, l. c. 1884, LXIV, Nr. 9.

Digitized by Google

Rothgluttemperatur während einiger Tage erhitzt; die dabei entstandene, gelbbraune, etwas poröse Masse enthielt ungeschmolzene Körnchen. Die aus ihren homogenen Theilen bereiteten Dünnschliffe zeigen unter dem Mikroskope eine sehr charakteristische, für manche Augitite[1]) eigenthümliche, nach Rosenbusch hyalopilitische Structur, die darin besteht, dass nadelförmige Augitmikrolithe miteinander verflochten und filzartig in die hellgelbe Basis eingesenkt sind (vergl. Fig. 3, Taf. IV); ausser Augit hat sich blos Magnetit ausgeschieden. Nachdem aber ein Theil dieser Masse sechs Stunden lang zwischen den Stellen II und III des Canals gestanden hatte, gestaltete er sich zu einer durchaus homogenen und prachtvoll auskrystallisirten Schmelze; auf der Oberfläche konnte man mit blossem Auge braune Augitkryställchen unterscheiden. Unter dem Mikroskope sehen wir wieder eine mikroporphyrische Structur mit grossen hellgelben Ausscheidungen von vorherrschendem Augit und dunkelbrauner Grundmasse. Augit, dessen Zusammensetzung auf pag. 114, Tab. XII, An. 22 angegeben ist, stellt gestreckte, prismatische, unregelmässig entwickelte Krystalle (vergl. Fig. 4, Taf. IV) dar, auf welchen nur selten Prismenflächen mit einer gegenseitigen Neigung von 91—92° zu bemerken sind. Ziemlich deutlich ist die prismatische Spaltbarkeit wahrnehmbar. Pleochroismus: $\| c$ — hellgelb, $\perp c$ — intensiv gelb. Die gelbe Farbe des Augits hängt von seiner chemischen Zusammensetzung ab, in der 10·8 Procent Fe_2O_3 und nur 0·7 Procent FeO gefunden wurden. Maximum der Auslöschungsschiefe auf Längsschnitten = 45°; Zwillinge nach (100). Als Einschlüsse kommen im Augit vor: Magnetit, Olivin und die golf- und canalähnlich eindringende Basis (vergl. Fig. 4, Taf. IV). Olivin hatte sich in kleiner Menge in durchsichtigen, kurzen domatischen Kryställchen und Körnchen ausgeschieden; mit Magnetit zusammen bildet er auch Kugelaggregate. Magnetit nebst Titaneisen häufen sich stellenweise, hauptsächlich in der Grundmasse, an; als einzelne Körnchen bildet Magnetit Einschlüsse im Augit; in den Poren dieser Schmelze tritt auch Hämatit auf. Die braune Grundmasse füllt die von Augit und Olivin freien Räume aus; in ihr sind zu unterscheiden: wenig durchsichtige, braun gefärbte, nadelförmige Gebilde, wahrscheinlich dem am Silicat $MeFe_2SiO_6$ reichen Pyroxen angehörend, ferner spärlich vorkommende, zugespitzte Plagio-

[1]) F. Zirkel, l. c. III, pag. 89.

Digitized by Google

klasprismen mit einem Auslöschungswinkel von 10—20° (d. h. Labrador) und dunkelbraune, zum Theil entglaste, in kleiner Menge vorhandene Basis. Die Abhängigkeit des Krystallisationsprocesses von äusserlichen Bedingungen ist beim dargelegten Versuch klar ausgedrückt. Während der Krystallisation des Magmas bei niedriger Temperatur (dunkle Rothglut) scheidet sich blos Magnetit und Augit in nadelförmigen Mikrolithen aus, bei einer höheren Temperatur von 700—800° zerfällt dieses Magma in ein phanerokrystallinisches Aggregat von Ausscheidungen beträchtlicher Grösse, die augenscheinlich in folgender Ordnung erstarrten:

Olivin	circa	40	Procent SiO_2
Magnetit und Titaneisen		—	
Monokliner Pyroxen α	„	47	„ „
Magnetit und Titaneisen		—	
Labrador	„	53	„ „
Pyroxen β		<47	„ „
Magnetit		—	
Basis .		$<42{\cdot}9$	„ „

Auch hier sehen wir, dass die Basis und der Pyroxen β weniger Kieselsäure als der in der Schmelze vorherrschende Augit α enthalten müssen, weil das Magma im ganzen 42·9 Procent SiO_2 enthält. Magnetit schied sich während der ganzen Krystallisationsdauer aus. Da die Schmelze eine unbeträchtliche Menge von Plagioklas enthält, können wir sie als künstlich dargestellten Limburgit oder als Zirkel's[1]) Magmabasalt bezeichnen.

Melilithbasalt von Hochbohl, dessen Zusammensetzung oben angeführt ist, schmilzt und krystallisirt im Perrot'schen Ofen während mehrerer Stunden sehr leicht. Mit diesem Magma habe ich drei Versuche angestellt, wobei beim ersten die ganze Eisenmenge (15·6 Procent Fe_2O_3) als Hämatit genommen wurde, beim zweiten als metallische Feilspäne, beim dritten als Fayalit. In den beiden ersten Fällen wurden beinahe gleiche Schmelzen erhalten, die sich durch einen hohen Gehalt an gelbem Augit und einen geringen an Olivin auszeichneten. Augit, sehr schwach pleochroitisch mit einem Auslöschungswinkel von circa 50° ($c : c$) bildet lange, radial vertheilte Prismen, zwischen welchen sich Labrador (Auslöschung der

[1]) Zirkel, l. c. III, pag. 76.

Digitized by Google

Zwillingsstreifen circa 20°) und augenscheinlich Melilith- oder Gehlenitprismen (schwache Doppelbrechung, gerade Auslöschung, optisch negativer Charakter) befinden. Die Schmelze ist vollständig auskrystallisirt und enthält keine Glasbasis. Olivin und ein Theil des Magnetits haben sich früher als Augit ausgeschieden, nachher krystallisirte Magnetit, Labrador und Melilith. Führen wir in diese Schmelze Fayalit in einer 15·6 Procent Fe_2O_3 entsprechenden Menge ein, so verändert sich die mineralogische Zusammensetzung der Schmelze wesentlich. Erstens bildet sich viel Olivin, und zweitens besitzt der hier auftretende Augit andere optische (und natürlich auch chemische) Eigenschaften: er zeichnet sich durch starken Pleochroismus (c grün, b gelb, a gelblichgrün, Absorption: $c > a > b$), einen Auslöschungswinkel von 45° auf (010) aus; seine Kryställchen stellen regelmässig ausgebildete Prismen ohne (100) und (010) dar. Plagioklas hatte sich in diesem wie im vorigen Falle in einer gleich grossen Menge ausgeschieden, doch konnte man keinen Melilith entdecken; die Schmelze enthält reichlich Magnetit. Aus diesen Versuchen ist ersichtlich, dass das Melilithbasaltmagma sowohl mit Eisenoxyd, als auch mit Oxydul recht krystallisationsfähig ist, doch ist die Oxydationsstufe des Eisens von wesentlichem Einfluss auf die Mengenverhältnisse und die Eigenschaften der sich ausscheidenden Verbindungen.

4. Hauyn-Basaltmagma.

(Fig. 3 und 4, Taf. V; Anal. 24 und 25, Tab. XIII.)

Die nach der Analyse von Hauynophyr von Melfi[1]) (42·5 SiO_2, 18·5 Al_2O_3, 3·4 Fe_2O_3, 6·1 FeO, 3·6 MgO, 8·7 CaO, 7·1 Na_2O, 4·6 K_2O, 2·5 SO_3, 0·5 Cl; SO_3 als Gyps, Cl als Kochsalz) dargestellte Mischung schmilzt im Perrot'schen Ofen leicht, aber krystallisirt schwer. Nach mehrtägigem Erhitzen wird eine halbglasige, hauptsächlich aus verfilzten, nadelförmigen Augitkryställchen ($c : a = 35°$ ca.), die mit gelblicher Basis zusammengekittet sind, bestehende Schmelze erhalten. In letzterer sind, ausser Augit und Magnetit, noch einzelne zerstreut liegende Plagioklasausscheidungen und ziemlich zahlreiche, regelmässig ausgebildete, farblose Nosean- oder Hauynwürfel und Granatoëder zu bemerken. Diese haben sich später als Augit aus-

[1]) J. Roth, l. c. 1861, Nr. 37.

Digitized by Google

geschieden. Die Rhombendodekaëder sind grösser als die Würfel und zeichnen sich mitunter durch eine zonale Structur aus, die durch regelmässig vertheilte Basis- und Magnetiteinschlüsse hervorgerufen wird.

Bedeutend besser krystallisirt die „theoretische" Mischung, die wir schon mehrfach erwähnt haben und die aus 80 Theilen Hauyn und 30 Theilen Metasilicat besteht. Zu dieser Mischung wurde irrthümlich Mangansuperoxyd hinzugefügt, welch letzteres alles in der Mischung in Sideritform enthaltene Eisenoxydul in Oxyd übergeführt hat; daher wurde eine sehr eisenoxydreiche (circa 27 Procent) Schmelze erhalten. Oben haben wir die beiden Hauptbestandtheile der Schmelze: Pyroxen mit 73 Procent Tschermak's Silicat (Abschnitt III, 3, pag. 116) und Hauyn (Abschnitt IV, 2, pag. 141) bereits kennen gelernt. Die Krystallisation der Schmelze zerfiel in zwei Stadien: an der Stelle III des Canals schied sich Pyroxen in länglichen Prismen und sehr regelmässige, meistentheils blau gefärbte, in die gelbliche Basis eingesenkte (vergl. Fig. 4 und 3, Taf. V) Hauyn-Granatoëder aus; an der Stelle II des Canals wurde die Schmelze dunkelbraun und verwandelte sich in eine poröse und völlig auskrystallisirte Masse. Die mikroskopische Untersuchung der Dünnschliffe zeigte, dass sich bei dieser höheren Temperatur noch Plagioklas und Magnetit ausgeschieden hatten und dass die Menge der Basis sich auf unbeträchtliche Reste reducirt hatte; dabei hatte sich der Schwefelsäuregehalt der Schmelze nicht vermindert, wovon ich mich aus den quantitativen Bestimmungen (3·6 Procent SO_3 nach dem ersten Stadium, 3·7 Procent SO_3 nach dem zweiten) überzeugen konnte. Plagioklas hatte sich in kurzprismatischen Kryställchen mit Zwillingsstructur und einer Auslöschungsschiefe von 30—40° ausgeschieden; diese sind daher als Anorthit zu betrachten. Viele Hauynkryställchen wurden abgeschmolzen und verloren die Regelmässigkeit ihrer Umrisse; seine runden Körnchen durchsetzen manchmal völlig den später ausgeschiedenen Anorthit. Die Pyroxenprismen sind ebenfalls stark corrodirt worden, aber sie wurden dicker und kürzer. Auf Querschnitten sind hier und da leicht (110), (100) und (010) zu unterscheiden, auf Längsschnitten pyramidale Zuschärfung; der Prismenwinkel ist circa 88°. Pleochroismus ist bemerklich: $\parallel c$ gelbbraun, $\perp c$ rothbraun; Interferenzfarben roth und grün II. Ordnung; Auslöschungsschiefe auf (010) etwa 8° ($c : a$); sie wurde an isolirten Kryställchen bestimmt; in Schliffen

Digitized by Google

löschen die meisten Schnitte gerade aus. Magnetit hatte sich ziemlich reichlich ausgeschieden, weshalb die Basis farblos geworden war. In äusserst seltenen Fällen sind auch Nephelinausscheidungen in einzelnen Prismen (gerade Auslöschung, optisch negativ) und in unregelmässigen, sehr schwach doppelbrechenden Antheilen zu bemerken. Die intersertale Basis ist immer mit Magnetit angefüllt, der mitunter auch im Anorthit und im Nephelin Einschlüsse bildet. Den Krystallisationsvorgang der Schmelze können wir uns folgendermassen vorstellen:

I. Stadium { Pyroxen
. . Hauyn

II. Stadium { Magnetit
. . Anorthit
. . . . Magnetit
. . . . . Nephelin
. . . . . Magnetit
. . . . . Basis

Oben war bemerkt, dass die in der Schmelze enthaltene Pyroxen- und Hauynmenge ziemlich genau nach den bei der Bauschanalyse der Schmelze gefundenen Zahlen für Magnesia und Schwefelsäure berechnet werden kann. Annähernd können wir auch die Mengen der anderen Bestandtheile berechnen, wie dies auf Tabelle XXIII gezeigt ist.

Tabelle XXIII.

	Allgemeine Zusammensetzung der Schmelze	30 Procent Pyroxen $5\,CaR_2\,SiO_6 + 4\,Me\,SiO_3$	33 Procent Hauyn $(5\,N + 4\,H)$	23 Procent Anorthit	Ca. 3·5 Proc. Magnetit und Mangan-oxyde	Ca. 10·5 Proc. Nephel. u. Basis $(K_2, Ca)O$ $2\,SiO_2$
SO_3 . . .	3·7	—	3·8	—	—	—
SiO_2 . . .	37·7	9·3	11·4	10·0	—	7·0
Al_2O_3 . .	22·0	3·5	9·7	8·5	—	0·3
Fe_2O_3 . .	9·4	8·3	—	—	1·1	—
FeO . . .	0·8	0·3	—	—	0·5	—
MnO . . .	3·0	1·2	—	—	1·8	—
CaO . . .	17·1	6·6	3·5	4·6	—	2·4
MgO . . .	0·5	0·5	—	—	—	—
K_2O . . .	1·2	—	—	—	—	0·5
Na_2O . . .	4·9	0·5	4·9	—	—	—

Digitized by Google

Die Menge des Pyroxens (30 Procent) ist auf Grund seiner Zusammensetzung (Anal. 24, Tab. XIII, pag. 118) und der in der Schmelze enthaltenen Magnesia, die gänzlich in das Pyroxenmolekül übergegangen war, berechnet worden. Das Schwefelsäureanhydrid dient als Ausgangspunkt für die Berechnung der Hauynmenge. Wie schon oben (pag. 143) bemerkt, stellt der Hauyn dieser Schmelze aller Wahrscheinlichkeit nach eine Verbindung dar, die an Kalk reicher ist wie die in der Natur verbreitete und bei unserer Berechnung als Grundlage genommene Mischung von 5 Theilen reinen Noseans und 4 Theilen reinen Hauyns; da aber der SO_3-Gehalt im Hauyn nur ganz unbedeutenden Schwankungen unterworfen ist[1]), muss seine Menge in der Schmelze jedenfalls etwa 33 Procent gleich sein. Anorthit (23 Procent) ist in Abhängigkeit von der nach der Ausscheidung von Pyroxen und Hauyn zurückgebliebenen Thonerde berechnet worden. In der Voraussetzung, dass Oxyde des Mangans im Magnetit (Jacobsit[2]) vorhanden seien, ist die Menge des letzteren als ungefähr 3·5 Procent gleich angenommen worden. Der übrige Theil der Schmelze (circa 10·5 Procent) besteht hauptsächlich aus Basis und aus einer kleinen Menge von Nephelin. Berechnen wir das Molecularverhältnis der Basen zur Kieselsäure, dann erhalten wir Folgendes: $1:2.3 = (K_2O + CaO) : SiO_2$. Daraus wird ersichtlich, dass die Basis aus Glas besteht, dessen Zusammensetzung $(K_2, Ca)O . 2\,SiO_2$, d. h. dem „Normalglas" im Sinne von Prof. Lagorio[3]), nahe kommt. In der Zusammensetzung der Basis können freilich auch unbedeutende Mengen von anderen Basen, die Kali und Kalk äquivalent vertreten, vorhanden sein, doch muss ihr Verhältnis zur Kieselsäure auch bei jeder anderen Berechnungsweise ungeändert bleiben. Wir sehen also, dass die aus der Schmelze zuerst ausgeschiedenen Minerale die Hauptmasse, d. h. etwa 63 Procent (30 Procent Pyroxen und 33 Procent Hauyn) bilden, dagegen, dass sich Anorthit, dessen Menge geringer ist, nachträglich ausgeschieden hat. Magnetit krystallisirte fortwährend immer dann, wenn sich die Lösung mit Oxyden des Eisens und Mangans bereicherte (vergl. II. Abschnitt, 8, pag. 84), schliesslich zerfiel die Basis in Nephelin

[1]) Rammelsberg, l. c. pag. 457.
[2]) Naumann-Zirkel, Elem. d. Mineralogie, 1881, pag. 369.
[3]) l. c. pag. 508.

Digitized by Google

(dessen Menge, circa 1 Procent, der in der Basis zurückgebliebenen Thonerde, circa 0·3 Procent, entspricht) und in Glas $MeO \cdot 2\,SiO_2$, das zur weiteren Krystallisation nicht mehr fähig war.

VII. Abschnitt.

Mit Thonerde übersättigte Basaltmagmen.

Oben (II. Abschnitt, 7) wurde dargelegt, dass mit Thonerde übersättigte Basaltmagmen, d. h. solche, die Thonerde in Spinell- und Korundform ausscheiden können, in der Natur in grossen Massen recht selten vorkommen. Es ist uns auch bekannt, dass Magmen von diesem Typus bei ihrer Krystallisation hauptsächlich Spinell statt Magnesiasilicaten und, bei sehr grossem Ueberschuss von Thonerde, Spinell und Korund zusammen ausscheiden. Da der Krystallisationsprocess dieser Magmen denselben physikalisch-chemischen, allgemeinen Gesetzen unterworfen ist, die für den Zerfall des gewöhnlichen (mit Al_2O_3 nicht gesättigten) Basaltmagmas in einzelne Minerale massgebend sind, halte ich hier für nützlich, diejenigen Schmelzen vom petrographischen Standpunkte zu betrachten, in welchen sich Spinell und Korund gleichzeitig mit basaltischen Mineralen ausgeschieden hatten, wobei ich die Beschreibung der Schmelzen nach ihrer abnehmenden Acidität anordnen will.

I. Spinellhaltige Schmelze von Ophitstructur.

(Fig. 6, Taf. IV.)

Die Schmelze, mit der wir uns zuerst beschäftigen wollen, ist in Salzsäure unlöslich, weshalb ihr Spinellgehalt nicht genau bestimmt werden konnte. Nach anhaltendem Digeriren mit Fluss- und Schwefelsäure bleibt ein unlöslicher Rückstand in einer Menge von 0·9 Procent zurück; schmilzt man aber vorsichtig das fein zerriebene Pulver mit $KNaCO_3$, löst dann die Schmelze in verdünnter Salzsäure, filtrirt und behandelt den Niederschlag mit Aetznatronlösung, so erhält man ein schwarzes, homogenes Spinellpulver in einer Menge von 7·24 Procenten. Leider ist dieser, augenscheinlich an Eisenoxyd sehr reiche Spinell nicht analysirt; auf Tabelle XXIV ist daher nur die allgemeine Zusammensetzung der Schmelze angeführt.

Digitized by Google

Tabelle XXIV.

	47	Molecularverhältnisse
Spinell	0·90	
SiO_2	40·27	
Al_2O_3	18·20	$Al_2O_3 : Fe_2O_3 : CaO : (K_2, Na_2)O =$
Fe_2O_3	14·85	1·78 : 0·93 : 2·1 : 0·6
FeO	0·85	R_2O_3 : MeO =
CaO	12·00	2·71 : 2·70
MgO	8·14	
K_2O	0·29	
Na_2O	3·58	
	99·08	

Aus der angeführten Analyse und den Molecularverhältnissen ist zu ersehen, dass die Schmelze mit Sesquioxyden R_2O_3 etwas übersättigt ist. Die Uebersättigung ist in der That bedeutend grösser, weil ein Theil des Kalks unzweifelhaft in Metasilicatform $MeSiO_3$ gebunden ist; ausserdem ist bei der Berechnung 0·9 Procent Spinell ausgeschieden gelassen. Diese Schmelze dient in der Hinsicht als lehrreiches Beispiel, dass sie die Eigenschaft des im Magma in grossem Ueberschuss vorhandenen Eisenoxyds, ähnlich wie Thonerde, in Spinellgestalt auszufallen, aufweist, wenn das Magma gleichzeitig viel Magnesia enthält. Der schwarzen Farbe, vollständigen Undurchsichtigkeit und leichten Löslichkeit in Flussäure nach, besteht der aus der Schmelze 47 ausgeschiedene Spinell hauptsächlich aus $MgFe_2O_4$ oder aus sogenanntem Magnoferrit, der in Vesuvlaven[1]) vorkommt; mit dieser Annahme stimmt die allgemeine Zusammensetzung der an Magnesia und Eisenoxyd reichen und, wie wir das unten sehen werden, keinen Olivin enthaltenden Schmelze vollständig überein.

Unter dem Mikroskop zeigt die Schmelze eine scharf ausgeprägte Ophitstructur (Fig. 6, Taf. IV); längliche, unregelmässig zerstreute, prismatische Ausscheidungen von Plagioklas sind in die Augitmasse, die sie zusammenkittet, eingesenkt. Der Plagioklas gehört zum Labrador mit einer Auslöschungsschiefe von circa 20°. Gelber Augit bildet xenomorphe Massen, seltener prismatische Individuen (in Poren) mit sehr grossem Auslöschungswinkel, $c : c = 54°$, was auf eine grosse Menge des Tschermak'schen

[1]) Vergl. Naumann-Zirkel, Elem. d. Mineralogie, 1881, pag. 369.

Digitized by Google

Silicats MeR_2SiO_6 (vergl. III. Abschnitt, pag. 124) hindeutet. Ausser monoklinem Pyroxen hatten sich in der Schmelze noch rhombischer dunkelbrauner Pyroxen mit merklichem Pleochroismus und gerader Auslöschung ausgeschieden; er bildet kurzprismatische Kryställchen mit deutlicher pyramidaler Zuspitzung, falls sie in den Poren eingeschlossen sind. Diese dem Hypersthen sehr ähnlichen Kryställchen bilden ebenfalls Einschlüsse im Labrador und Augit. Spinell hatte sich in Gestalt von schwarzen, unregelmässigen Körnchen und deren Aggregaten ausgeschieden. Die Schmelze bildet eine völlig auskrystallisirte Masse ohne irgend welche Spuren von Basis; ihre Krystallisation dauerte fünf Tage lang zwischen den Stellen II und III des Canals. Wie aus dem Vorhergehenden zu ersehen, ist die Reihenfolge der Ausscheidung der Minerale aus dem Magma in dieser Schmelze sehr deutlich ausgedrückt:

Spinell	—		
Hypersthen	50—52	Procent	SiO_2
Labrador	circa 54	„	„
Augit	< 50	„	„

Nach der erfolgten Ausscheidung von Spinell wuchs der Kieselsäuregehalt in der Schmelze; daher konnten sich auch Verbindungen, die mehr Kieselsäure enthalten, wie die allgemeine Zusammensetzung der Schmelze aufweist, ausscheiden; darauf wurde aber die Menge SiO_2 um ein Bedeutendes geringer, und ist hier der Augit unzweifelhaft „basischer" wie der früher auskrystallisirte Labrador.

2. Feldspathbasalt mit Spinell.

(Allgem. Anal. 7, Tab. I, Anal. d. Spinells 10, Tab. II.)

Die chemische Untersuchung dieser Schmelze (Abschn. II, pag. 37) zeigte, dass sie 25·8 Procent Chlorospinell von der Zusammensetzung 13 $MgAl_2O_4 + MgFe_2O_4$ enthält. Es war auch erwähnt, die Schmelze enthalte ausser Spinell noch Plagioklas, Olivin und Basis. Feldspathe, die nebst Spinell die Hauptmasse der Schmelze bilden, zeigen theils regelmässig entwickelte prismatische Krystalle, welche in Durchschnitten längliche Vierecke darstellen, theils kommen sie in verschiedenen Wachsthumsformen, palmenartig verzweigten Gebilden

Digitized by Google

und ähnlichem, vor. Die Auslöschung der Zwillingsstreifen ist in den meisten Fällen gleich 10—25°, auf manchen kurzprismatischen Kryställchen ist sie aber bedeutend höher und erreicht 33—34°. Diese Messungen deuten auf zwei Plagioklase hin: Labrador (vorwiegend) und Anorthit. Die palmenartigen Verwachsungen stellen ein netzartiges Bild vor, das bei starker Vergrösserung in Folgendem besteht. Die einzelnen Elemente des Netzes in Gestalt von dünnen Strichen kreuzen sich unter einem Winkel, der dem Winkel β des Orthoklases (circa 64°) nahe kommt; dieser Winkel ändert sich mit der Richtung des Schnittes. Die Striche bestehen wiederum gleichsam aus zusammengeflossenen Globuliten. Im allgemeinen macht das Bild den Eindruck von einem Raumgitter, in welchem die Moleküle nach den zwei Spaltbarkeitsflächen des Feldspaths *(P* und *M)* vertheilt sind. Ungeachtet dieser Structur zeigen die verwachsenen Molekülcomplexe ein optisch homogenes Ganzes, das zwischen gekreuzten Nicols in Zwillingsstreifen zerfällt. Viele Feldspathkryställchen sind bogenartig gekrümmt und zeichnen sich durch wellige Auslöschung aus. Olivin bildet gelbliche nadelförmige Gebilde, seltener rhombische Lamellen mit einem Winkel von 76°, die sich durch gerade Auslöschung und sehr starke Doppelbrechung auszeichnen; die ersteren sind an den Enden gabelförmig gespalten oder domatisch zugespitzt. Die intersertale, farblose Basis kittet die Feldspathe zusammen; sie ist theilweise entglast und enthält winzige Augitmikrolithe. Was Spinell anbetrifft, so bildet er traubenförmige Aggregate, die meist aus gelblichen Oktaëdern bestehen. Die Plagioklase enthalten Einschlüsse von Spinell, Olivin und von Poren, Canäle u. dergl. ausfüllender Basis. Die Plagioklasprismen sind in der Schmelze in parallelen Reihen oder in an Mikrofluidalstructur erinnernden Strömen angeordnet. Die Bestandtheile der Schmelze krystallisirten und erstarrten in folgender Ordnung:

Spinell,
Olivin,
Plagioklas,
Augit,
Basis.

Auch hier hatte sich der in der Schmelze vorherrschende Plagioklas früher als Augit ausgeschieden.

Digitized by Google

3. Nephelinbasalt mit 5·6 Procent Spinell und 21·2 Procent Korund.

(Anal. 4, Tab. I; Anal. des Spinells 13, Tab. II; Fig. 3, Taf. VIII.)

Diese Schmelze zeichnet sich durch eine typische, intersertalglasige Structur im Sinne des Prof. Zirkel[1]) aus. Die länglich-prismatischen, nach verschiedenen Richtungen zerstreuten Olivin- und Plagioklasausscheidungen schneiden sich gegenseitig und bilden dreieckige Räume, die mit dunkelbrauner Basis ausgefüllt sind (vergl. Fig. 3, Taf. VIII). Olivin bildet gelbe, gabelförmig verzweigte, zugespitzte Gebilde, die sehr starke Interferenzfarben (grün und roth III. Ordnung) und gerade Auslöschung zeigen. Im convergenten, polarisirten Licht weisen sie eine deutliche zweiaxige Interferenzfigur auf, wobei die Ebene der optischen Axen zu ihrer Länge senkrecht und den Querspaltungsrissen parallel liegt. Daraus ist zu ersehen, dass die Olivinausscheidungen nach der Axe *c* entwickelt sind. Solche skeletähnliche Olivingebilde sind von Prof. Kreutz[2]) und darauf von Rinne[3]) in Vesuvlaven beschrieben worden. Die Plagioklase Labrador und Anorthit sind im allgemeinen regelmässiger ausgebildet, obwohl sie sich später als Olivin ausgeschieden haben, weil dieser sie oft durchdringt: ausserdem füllen die xenomorphen Feldspathmassen mitunter die eckigen Räume zwischen den Olivinprismen aus. Doch in den peripherischen Partien der Schmelze, wo Plagioklas als einzige Magmaausscheidung vorkommt, besitzt er automorphe Begrenzungen. Die bei der vorhergehenden Schmelze beschriebene netzähnliche Structur des Plagioklases lässt sich auch hier häufig beobachten; Zwillinge nach dem Albit- und Periklingesetz. Die Feldspathprismen schneiden sich kreuzförmig unter einem Winkel von 74°, wobei sich manche von ihnen durch eine abnorme optische Orientirung, wellenförmige und fleckige Auslöschung u. dergl. auszeichnen. Diese Erscheinungen lassen sich durch die bei der Krystallisation und dem Erstarrungsprocess hervorgerufene innere Spannung erklären. Spinell und Magnetit sind um die Olivinausscheidungen rosetten- und reihenförmig angeordnet; Magnetit bildet zuweilen oktaëdrische Netze und Dendrite, die den auf pag. 89 beschriebenen ähnlich sind. Korund kommt in zweierlei Gestalt vor: als grosse

[1]) F. Zirkel, l. c. I, pag. 692.

[2]) F. Kreutz, T. M. P. M., 1885, VI, pag. 146.

[3]) F. Rinne, N. J. f. M., 1891, II, pag. 272.

Digitized by Google

unregelmässige Tafeln, die in den Peripherietheilen der Schmelze in Glas eingesenkt sind, und als regelmässige dickere Kryställchen in der Mitte der Schmelze zwischen Spinell und Olivin. Im letzteren Falle ist er hellrosa oder gelb und zeichnet sich wegen der Ueberschichtung der hexagonalen Lamellen nach dem Basopinakoid und wegen des Abwechselns weniger und stärker gefärbter Streifen durch Zonalstructur aus. Eigenthümlicher Weise enthält Korund, besonders blätteriger, Spinelleinschlüsse. Die Glasbasis ist ungleichmässig vertheilt: in den mit den Tiegelwänden in Berührung kommenden Theilen der Schmelze ist sie in grösserer, innen in der Schmelze in geringerer Menge enthalten. An denjenigen Stellen, wo sich schwarzer Spinell und Magnetit reichlich ausgeschieden haben, ist die Basis heller, dagegen ist sie zwischen den Plagioklasprismen dunkler, d. h. ähnlichen, in der Natur beobachteten [1]) und vom chemischen Gesichtspunkt leicht verständlichen Erscheinungen vollständig analog. Grosse Mengen Basis enthaltende Antheile der Schmelze zeichnen sich ausserdem durch Idiomorphismus von Plagioklas aus, der in centralen, an Olivinausscheidungen reichen Partien der Schmelze unregelmässige, den Olivin zusammenkittende und hier zum Theil die Basis ersetzende Massen bildet. Ausser den erwähnten Mineralen enthält die Schmelze noch in geringer Menge Nephelin in Gestalt von in der Basis zwischen Feldspathen und Olivin eingeschlossenen kurzen hexagonalen Prismen. Aus dem Vorhergehenden ist ersichtlich, dass die Schmelze nicht homogen ist: in ihren Mitteltheilen herrscht Spinell und Olivin vor, in den Peripherietheilen Plagioklas und Basis. Mit dieser Erscheinung — der Ungleichmässigkeit der Schmelze — werden wir noch mehrmals zu thun haben und später wollen wir versuchen, dieses zu erklären. Die oben beschriebene Schmelze enthält keinen Augit, aber ihrer chemischen Zusammensetzung nach kann sie zu den spinell- und korundhaltigen Nephelin-Glasbasalten gerechnet werden.

4. Melilithbasalt mit 1·5 Procent Korund und 26·5 Procent Spinell.

(Anal. 5, Tab. I; Anal. des Spinells 12, Tab. II; Fig. 6, Taf. V; Fig. 1, Taf. VI.)

Die Ungleichmässigkeit der Schmelze drückt sich hier noch in grösserem Masse als im vorhergehenden Falle aus. Die Structur der

[1]) F. Zirkel, l. c. I, pag. 693.

Digitized by Google

Schmelze ist mikroporphyrisch; die Rolle porphyrischer Ausscheidungen spielt theils Plagioklas (Fig. 1, Taf. VI), theils Melilith (Fig. 6, Taf. V), dessen Prismen gewöhnlich in parallelen Reihen angeordnet sind. Die Grundmasse besteht hauptsächlich aus kleinen Augit- und Magnetitkörnern, die von der glasigen intersertalen Basis zusammengekittet werden. Dunkelgrüner oder schwarzer Spinell ist ziemlich regelmässig in der ganzen Schmelze vertheilt. Die Plagioklase bilden kurzprismatische, an Einschlüssen von Spinell und Grundmasse sehr reiche Ausscheidungen. Die Auslöschungsschiefe der Zwillingslamellen steigt bei den kürzeren und stärker doppelbrechenden Kryställchen über 30°, bei den längeren und etwas schwächer auf polarisirtes Licht wirkenden ist sie niedriger und schwankt zwischen 7° auf (001) und 20° auf (010). So haben wir es auch hier mit zwei Plagioklasen, Anorthit und Labrador, zu thun. Die Melilithausscheidungen zeichnen sich durch folgende Merkmale aus: es sind das kurze farblose tetragonale Prismen mit sehr schwacher Doppelbrechung (Interferenzfarbe: weiss I. Ordnung) und gerader Auslöschung; manche von ihnen tragen an ihren Enden gabelförmige Auswüchse. Die Spaltbarkeit parallel (110) und (001) ist deutlich entwickelt. Diese Eigenschaften gehören auch dem Gehlenit an, aber alle oben beschriebenen Säulchen der Schmelze sind optisch positiv (+); man muss sie daher zu der Reihe der optisch positiven Melilithe, welche von Vogt[1]) entdeckt und untersucht worden sind, zählen. Als Einschlüsse begegnet man in ihnen Spinell und Olivin. Letzterer stellt gelbe nadelförmige Gebilde vor, welche gewöhnlich an den Enden gespalten sind und eine starke Doppelbrechung, sowie gerade Auslöschung aufweisen. Ausserdem sieht man in Gesellschaft von Melilith in kleiner Menge kurze Leistchen, welche ebenfalls gerade auslöschen, aber stark doppelbrechend und deutlich pleochroitisch sind: $\parallel c$ gelb, $\perp c$ dunkelgrün. Diese Säulchen gehören aller Wahrscheinlichkeit nach dem Hypersthen an. Die Grundmasse besteht, wie schon bemerkt ist, aus sehr kleinen, gerundeten, ziemlich stark doppelbrechenden gelblichen Augitkörnchen, die mit der bräunlichen Glasbasis verkittet sind. An dem Bau der Grundmasse betheiligen sich noch Magnetit und die winzigen Spinelloktaëder.

In chemischer Hinsicht ist diese Schmelze dadurch bemerkenswert, dass sich die Wirkung der Massen bei ihr deutlich zeigt;

[1]) l. c. pag. 157.

Digitized by Google

wie man aus der Analyse der Schmelze (5, Tab. I), sowie aus der Magmazusammensetzung vor der Ausscheidung von Spinell und Korund (5*a*, Tab. II) schliessen kann, war die Lösung an Kalk, Magnesia und Thonerde sehr reich. Nach der Krystallisation von Spinell wurde dieselbe an Kalk noch reicher, was zur Bildung von Melilith, bezw. Gehlenit führte, d. h. von Verbindungen, welche mehr Basen als gewöhnliche Alumosilicate des Typus $MeO.Al_2O_3.nSiO_2$ enthalten. Aus Vogt's Untersuchungen geht hervor, dass in dem optisch positiven Melilith nur 8·2 Procent Thonerde vorhanden sind. Bemerkenswert ist auch die ungleichmässige Schlierenstructur der Schmelze, die in einigen Theilen hauptsächlich Plagioklas, in den anderen aber Melilith und Olivin ausschied, wie das aus Fig. 1, Taf. VI und Fig. 6, Taf. V, welche verschiedene Theile eines und desselben Dünnschliffs vorstellen, ersichtlich ist. Es ist zu bemerken, dass die zum Schmelzen benutzte Mischung sorgfältig zusammengemischt wurde und dass bei der makroskopischen Betrachtung der Schmelze die letztere gar keine Ungleichmässigkeit aufweist und als schwarze, deutlich krystallinische Masse erscheint. Was die Krystallisationsfolge anbetrifft, so begannen sich, nach Ausfall der Oxyde R_2O_3 in Form von Spinell und Korund, zuerst Orthosilicate (Olivin) und Metasilicate (Hypersthen) auszuscheiden und dann Alumosilicate, Plagioklase und Melilith, zwischen welchen nachher auch die zum Theile entglaste Basis erkaltete.

5. 1·4 Procent Korund und 35 Procent Spinell enthaltender Feldspathbasalt. Bildung der „Olivinknollen".

(Anal. 6, Tab. I; Anal. des Spinells 11, Tab. II; Fig. 1 und 2, Taf. V.)

Die Schmelze bildet eine schwarze, porenreiche, phanerokrystallinische Masse, in der man mit blossem Auge hellgraue Ausscheidungen von Plagioklas und die Wandungen der Poren bedeckende, stark glänzende Korundblättchen unterscheiden kann. Ausserdem liess sich in den centralen Theilen der Schmelze eine ziemlich scharf isolirte, gelbliche, poröse Masse, welche ungefähr 1—1·5 Centimeter im Durchmesser hatte und ganz aus Olivinsubstanz (mit Einschlüssen von Spinell und Korund) bestand, erkennen. Allen Merkmalen nach ähnelt diese centrale Partie den sogenannten Olivinknollen, welchen man in manchen Basalten begegnet. Bekanntlich ist die Herkunft dieser Gebilde im Basalt fraglich; einige betrachten sie als exogene Einschlüsse, die anderen als endogene Ausscheidungen des Basalt-

Digitized by Google

magmas.[1]) Die Richtigkeit der letzteren Meinung geht aus einigen der oben beschriebenen Versuche hervor und wird nach der zuletzt genannten Beobachtung gewiss. Im Enstatitbasalt und Magmabasalt (vergl. Abschn. VI, pag. 172 und 179) haben wir kugelige körnige Ausscheidungen des Olivins gesehen (vergl. auch Fig. 5, Taf. IV); im vorliegenden Falle ist die abgesonderte Olivinmasse homogen, aber porös. Diese Concretionen stellen offenbar eigenartige Ausscheidungen des Olivins aus Magmen vor, welche an Magnesia, Eisenoxydul und Kalk reich sind. Magmen von dieser chemischen Natur sind dickflüssige, wenig bewegliche Massen, in welchen die Bildung von Schlieren und Concretionen sehr gut möglich und leichter vor sich gehend erscheint als in den beweglicheren und besser diffundirenden Alkalimagmen. Da der Olivin dabei zu den frühesten Ausscheidungen des Basalts gehört, bildet er infolgedessen im sich differenzirenden Magma auch die ersten Attractionscentren, welche mit der Zeit zu Olivinconcretionen werden können. In jedem Falle wird es aus unseren Versuchen klar, dass Olivin eigenthümliche kugelartige Concretionen zu bilden fähig ist, die als echte Ausscheidungen aus dem sie umgebenden Magma zu betrachten sind. Es unterliegt daher keinem Zweifel mehr, dass auch in der Natur mindestens ein gewisser Theil der sogenannten Olivinknollen denselben primären endogenen Ursprung besitzen muss.

Unter dem Mikroskop stellt die Olivinconcretion eine fast farblose Masse vor, die sich durch sehr starke Doppelbrechung mit entsprechend hohen Interferenzfarben auszeichnet; an gewissen Stellen gibt dieselbe im convergenten Lichte ein scharfes zweiaxiges Interferenzbild. Die Einschlüsse, nämlich die mit Gas angefüllten Poren, ordnen sich reihenförmig. In den peripherischen Theilen der Schmelze kommt der Olivin in anderer Form vor, er bildet dort gelbe, längliche und zugespitzte Gebilde, mit welchen wir uns schon bei Beschreibung der vorhergehenden Schmelze bekannt gemacht haben. Diese nadelförmigen Wachsthumsformen enthalten aller Wahrscheinlichkeit nach hauptsächlich Fayalit- oder Monticellitsilicate, weil nach der Ausscheidung des Spinells im Magma nur 0·15 Procent MgO zurückgeblieben waren.[2]) Sie häufen sich besonders bei den dichten Massen

[1]) F. Zirkel, l. c. II, pag. 934.

[2]) Die Analyse der Schmelze wurde an einem Stück, welches die centrale Concretion nicht enthielt, ausgeführt.

Digitized by Google

dunkelgrünen Spinells, welche die centrale Olivinconcretion umschliessen.

In den peripherischen Theilen der Schmelze hatte sich Plagioklas reichlich und in sehr charakteristischen Formen ausgeschieden. Seine Prismen waren nach allen Richtungen zerstreut und mit einer kleinen Menge intersertaler Basis cementirt. Diese letztere enthielt als Entglasungsproducte Augit und Magnetit, der auch im Plagioklas in regulären Kryställchen eingeschlossen ist (vergl. Fig. 1, Taf. V). Die Feldspathdurchschnitte bilden gewöhnlich längliche Vierecke mit sehr gut entwickelter Spaltbarkeit und Zwillingsnähten, die blos im gewöhnlichen Lichte sichtbar sind (vergl. dieselbe Figur). Zwischen gekreuzten Nicols zerfallen sie in sehr schöne farbige Streifen, von deren Breite und Anordnung die Fig. 2 auf Taf. V eine Vorstellung gibt. Die Auslöschungsschiefe der Streifen schwankt zwischen 30 und 40°. Die breiteren Durchschnitte, ohne Streifung, aber mit Spaltrissen parallel (001), löschen unter dem Winkel 36° ($a:\mathfrak{a}$) aus; dieselben Durchschnitte zeigen im convergenten Lichte den Austritt einer optischen Axe, — der Plagioklas ist folglich ein typischer Anorthit. Zwischen den regelmässig entwickelten Krystallen liegen bisweilen xenomorphe Massen von Feldspathsubstanz, die die Lücken und Ecken ausfüllen und gewöhnlich eine anormale optische Orientirung aufweisen (fleckige und wellige Auslöschung, vergl. Fig. 2, Taf. V). Aber auch die prismatischen Ausscheidungen sind nicht von diesen Erscheinungen frei. Im allgemeinen muss ich hier betonen, dass sich bei der Krystallisation der Schmelzen unter gewöhnlichen Bedingungen, welche einen Einfluss von Druck und Bewegung des Magmas ausschliessen, nicht selten mechanische Deformationen bemerken lassen, welche in anormaler optischer Orientirung zutage treten. Dieser Art Erscheinungen, die man in Gesteinen als mechanische Wirkung von orodynamischen Processen zu erklären pflegt, können offenbar auch ohne Theilnahme letzterer vor sich gehen und als Resultat der inneren molecularen Spannung während Erkaltung der inhomogenen Schmelze erscheinen.

Ausser dem Olivin, Anorthit, dunkelgrünen oder fast schwarzen Spinell, welcher über ein Drittel (35 Procent) der ganzen Schmelze ausmacht, bemerkt man noch in der Glasbasis gut ausgebildete Augitmikrolithe mit (110), (010) und ($1\bar{1}1$) und Auslöschungsschiefe von 45°; in selteneren Fällen erscheint der Augit in Form von

Digitized by Google

Körnchen, welche in einer Ecke zwischen zwei Plagioklasprismen eingeklemmt sind. Die bräunliche Basis ist in den centralen Theilen der Schmelze spurlos verschwunden, in den peripherischen dagegen kittet sie die Feldspathe intersertal zusammen; in ihr finden sich auch kleine Spinell- und Magnetitoktaëder. Die sechsseitigen Korundtäfelchen mit Einschlüssen von Spinell sind im isolirten Zustande blassblau; in dem Dünnschliffe bemerkt man sie selten zwischen Spinellanhäufungen, an deren durchsichtigeren Stellen und um die Poren.

VIII. Abschnitt.

Mit Thonerde übersättigte Nephelin-Anorthitmagmen.

Die Magmen dieses Typus zeichnen sich einerseits durch ihren Reichthum an Alkalien und Kalk, andererseits durch ihren geringen Gehalt an Magnesia und Eisenoxydul aus. Die hieher gehörigen Schmelzen fassen gewöhnlich eine bedeutende Menge von glasiger Basis in sich; dem Aeusseren nach sind sie von hellgrauer Farbe und im allgemeinen heller als die im vorigen Abschnitte beschriebenen Schmelzen. Charakteristisch für sie ist das gleichzeitige Vorhandensein von Anorthit und Nephelin statt des Kalknatronfeldspaths; in einigen von ihnen lässt sich Spinell, doch in sehr geringer Menge, beobachten in Form einzelner kleiner Oktaëder von hellgelber Farbe. Die Menge der Basis ist im allgemeinen proportional der Menge der in der Schmelze enthaltenen Alkalien. Diese Schmelzen weisen nicht jene bemerkenswerte Ungleichmässigkeit auf, welche eine charakteristische Besonderheit des Basaltmagmas bildet.

I. Nephelinite.

(Anal. 1—3, Tab. I.)

Einige Schmelzen stehen ihrer chemischen Zusammensetzung nach den an Magnesia armen Nepheliniten am nächsten; in mineralogischer Beziehung unterscheiden sie sich jedoch von dem genannten Gesteine dadurch, dass sie immer nadelartige Ausscheidungen des Olivins enthalten statt des Augits, welcher nur in einem Falle beobachtet wurde. Der Korund erscheint hier als eine der vorherrschenden Ausscheidungen; seine Form ist zweifach: grosse regellose Platten und schön gebildete Kryställchen von rhomboedrischem Typus (cf.

Digitized by Google

Taf. II, Fig. 3—6); letztere kommen vorzüglich in den Centraltheilen der Schmelze vor. Abgesehen von Glaseinschlüssen enthält der Korund häufig scharf umgrenzte Oktaëder gelblichen Spinells. Die Olivinausscheidungen stellen in der Mehrzahl der Fälle dieselben am Ende gespaltenen und zugespitzten, verlängerten Bildungen dar, von denen im vorigen Abschnitte mehrmals gesprochen worden; bedeutend seltener trifft man regelmässige, kurze Olivinkrystalle mit deutlich entwickeltem Doma (021) und Prisma (110); interessant ist, dass in einer Schmelze (Anal. 2, Tab. I) hemimorphe (bezüglich der Achse *b*) Krystalle desselben Minerals beobachtet wurden, welche mit den von Prof. Kreutz[1]) in den Vesuvlaven von 1881 und 1883 beschriebenen vollständig übereinstimmen. Von der chemischen Natur dieser gelblichen Olivinausscheidungen müssen wir dieselbe Voraussetzung wiederholen, welche wir auf pag. 194 erwähnten, — es sind Orthosilicate, die ausser Magnesia und Eisenoxydul noch in vielleicht beträchtlicher Menge Kalk enthalten. In allen hieher gehörenden Schmelzen herrscht der Nephelin durchaus vor dem Feldspath (Anorthit) vor; er scheidet sich gewöhnlich in kleinen sechseckigen Prismen aus, die zu mehreren zusammengewachsen sind und bisweilen im Innern ebenfalls sechseckige und mit dunkelbraunem Glase gefüllte Canäle enthalten. Diese Prismen zeichnen sich durch sehr schwache Doppelbrechung (die Interferenzfarben sind grau I. Ordnung), gerade Auslöschung und optisch negativen Charakter aus. Spaltbarkeit || (0001) ist deutlich entwickelt; dank der schwachen Lichtbrechung, dem Fehlen von Strichen u. a. unterscheiden sich die sechseckigen Durchschnitte des Nephelins sehr leicht von den sechseckigen Platten des Korunds, der durch drei regelmässige Strichsysteme vollgezeichnet ist und sich erhaben aus der Schmelze hervorhebt. Ausser Krystallen bildet der Nephelin auch unregelmässige xenomorphe Massen, die bezüglich des Plagioklases und Olivins die Rolle der sogenannten Mesostasis spielen. Die Nadeln des Olivins sind bisweilen vollständig in die Nephelinmasse, welche die ihm analoge optische Orientirung besitzt, versenkt, so dass beide Minerale gleichzeitig auslöschen. Plagioklas — Anorthit (der Auslöschungswinkel erreicht ungefähr 40°) erscheint in seinen gewöhnlichen, länglich-prismatischen Formen; er scheidet sich früher als der Nephelin aus. Wie wir oben erwähnt

[1]) F. Kreutz, Ueber Vesuvlaven von 1881 und 1883, T. M. P. M. 1885, VI, pag. 143.

Digitized by Google

haben, bildet die Basis einen der hauptsächlichsten Componenten der Schmelze; sie ist gewöhnlich von gelblicher Farbe und enthält Mikrolithe des Magnetits, Spinells, Augits, irgendwelche unbestimmte Sternchen u. s. w. In der ersten Schmelze sind ausser Korund und Olivin keine anderen Ausscheidungen; aber aus ihrer Analyse ist ersichtlich (1, Tab. I), dass die Basis fast ganz aus Nephelinsubstanz besteht, indem sie seine feste, übersättigte Lösung darbietet. Die Krystallisation der Schmelzen begann in allen Fällen mit der Ausscheidung des Thonerdeüberschusses in Gestalt des Korunds (zum Theil des Spinells), worauf die Bildung des Orthosilicats (Olivins) und der Alumosilicate (des Anorthits und Nephelins) erfolgte; Magnetit und Augit, die in sehr geringen Mengen vorhanden waren, schieden sich nach dem Nephelin aus.

2. Anorthit-Nephelinschmelzen.

(Analysen 14, Tab. V*a*; 44, Tab. XXI; Fig. 5, Taf. V; Fig. 1 und 2, Taf. VII.)

Es erübrigt noch, die Schmelzen, welche gar keine Magnesia enthalten und hauptsächlich aus Korund, Anorthit und Nephelin bestehen, zu untersuchen. Die chemische Zusammensetzung dieser Schmelzen und die Bedingungen ihrer Krystallisation sind im Abschnitt II, 4 (pag. 45), angeführt und beschrieben. Es sind das grosse, 100pfündige Massen von grauer Farbe, welche gewöhnlich gut krystallisirt sind. Reine Anorthitschmelzen zeichnen sich durch ihre Porosität aus, reine Nephelinschmelzen durch die grosse Menge glasiger Basis. Grösseres Interesse in petrographischer Hinsicht erregen die Schmelzen von gemischter Zusammensetzung, in welchen sich schöne Anorthit- und Nephelinkrystalle ausgeschieden haben. Die Alumosilicatmagmen dieses Typus enthalten im Ueberschuss Anorthitsubstanz und krystallisiren leicht und schnell. Aus dem dritten Versuche, der auf pag. 48 beschrieben, ist ersichtlich, dass ein ungefähr 60 Procent Anorthit enthaltendes Magma schon nach Verlauf von 10 Stunden verhältnismässig grosse Krystalle von Anorthit und Nephelin ausscheidet; bei langsamerer Krystallisation ändert sich die Grösse der Ausscheidungen fast gar nicht, sie werden aber regelmässiger.

Die beim zweiten Versuche (pag. 47) erhaltene Schmelze kann man als eine der gelungensten bezeichnen. Mikroskopisch stellt sie eine deutlich krystallische Masse von hellgrauer Farbe

Digitized by Google

dar; Fig. 1 und 2 auf Taf. VII geben ihre Structur unter dem Mikroskop in gewöhnlichem und polarisirtem Lichte wieder. Die nach allen Richtungen zerstreuten Prismen des Plagioklases bilden längliche Vierecke mit deutlich hervortretender Spaltbarkeit und polysynthetischem Bau. Unter den Ausscheidungen des Plagioklases vertheilt sich die Intersertalgrundmasse, welche aus Nephelin, Magnetit und der Basis besteht, gleichmässig. Die chemische Zusammensetzung und die Dimensionen des Plagioklases sind auf Seite 156 angeführt. Die Zwillingsstreifen auf den Durchschnitten mit nur einem System von Längsspaltrissen (|| *M*) löschen unter einem Winkel von 27 bis 33° aus; auf Durchschnitten mit zwei Systemen fast perpendiculärer Spaltrisse ist die Auslöschungsschiefe 36 bis 37°; Durchschnitte, welche keine Zwillingsstreifen haben und sich durch ein System schräger Spalten (|| *P*) auszeichnen, löschen gegen die letzteren unter einem Winkel von 34 bis 38° aus. Durchschnitte letzterer Art (|| *M*) sind meist breiter und unregelmässiger als die anderen; in convergentem, polarisirtem Lichte ist auf ihnen immer eine der Hyperbeln des zweiaxigen Interferenzbildes sichtbar. Die Zwillinge folgen hauptsächlich dem Albitgesetz (cf. Fig. 2, Taf. VII), seltener dem Albit- und Periklingesetz gleichzeitig. Im Plagioklas erscheint der Korund in Form runder Täfelchen (cf. Fig. 2, Taf. II) und eine theils entglaste Basis eingeschlossen. Die graufarbige Grundmasse enthält viele sehr kleine Mikrolithe von Magnetit, der bisweilen sehr zarte, rechtwinkelige Gitter bildet (cf. Fig. 1, Taf. VII, rechts oben). Nephelin in kurzen, sechseckigen Prismen und unregelmässigen Partien bildet den Haupttheil der Grundmasse; Einschlüsse von Magnetit liegen darin bisweilen regelmässig, parallel den Flächen des Prisma. Unregelmässige Nephelinmassen klitten der Basis ähnlich die Plagioklasprismen intersertal zusammen. Eine schwache Doppelbrechung, gerade Auslöschung u. s. w. charakterisiren ihn in optischer Beziehung. Die gelbbraune Basis enthält verschiedene mikrolithische Ausscheidungen unbestimmter Art, unter denen sechseckige, gelbliche Täfelchen besonders interessant sind, welche, meist zerfressen, sich durch Pleochroismus auszeichnen; es sind das wahrscheinlich Ausscheidungen von Lepidomelan, d. h. eines magnesiafreien Eisen-Kaliglimmers. Die Basis ist ungleichmässig vertheilt; in einzelnen Theilen der Schmelze verschwindet sie fast vollständig, in anderen zeigt sie sich ein wenig reichlicher.

Digitized by Google

Tabelle XXV.

	Allgemeine Zusammensetzung der Schmelze	60 Procent Ab_1An_6	Circa 5 Procent Korund und 3 Procent Magnetit	Circa 32 Procent Nephelin und Glas	Molecular-Verhältnisse in Nephelin und Basis
Korund	5·24	—	5·24	—	—
SiO_2	43·86	27·9	—	16·0	2·66
Al_2O_3	30·80	20·8	—	10·0	0·98
$Fe_2O_3 + FeO$.	3·20	—	3·20	—	—
CaO	10·90	10·4	—	0·5	0·09
MgO	Spuren	—	—	—	—
K_2O	0·54	—	—	0·5	0·06
Na_2O	6·02	0·9	—	5·0	0·83

In Tabelle XXV ist die quantitative Zusammensetzung der Schmelze in runden Zahlen angeführt. Die Quantität des Plagioklases (des Anorthits Ab_1An_6) ist auf Grund der Analyse 44 (pag. 156) und des Procentgehaltes des Kalkes in der allgemeinen Zusammensetzung des Magmas berechnet; wenn wir der Einfachheit halber die Menge des Korunds = 5 Procent und des Magnetits = 3 Procent (in Wirklichkeit sind diese Mengen ein wenig grösser) annehmen, so finden wir die Menge Nephelin und der Basis (gegen 32 Procent). In der letzten Rubrik der Tabelle sind die Molecularverhältnisse der Grundmasse, nach Ausscheidung von Korund, Anorthit und Magnetit angeführt; diese Zahlen weisen darauf hin, dass $(Na_2O + K_2O + CaO) : Al_2O_3 : SiO_2 = 1:1:2·7$, d. h. dass die Grundmasse aus Nephelin ($Me_2O . Al_2O_3 . 2^1/_4 SiO_4$) und Alumosilicatbasis besteht, in welcher der Gehalt an Kieselsäure grösser als im Nephelin sein muss. Die Krystallisationsfolge ist sehr klar ausgedrückt:

Korund	—		
Anorthit	46	Procent	SiO_2
Magnetit	—		
Nephelin	44—45	„	SiO_2
Basis . . .	> 45	„	SiO_2

Bemerkenswert ist, dass dasselbe Magma bei ein wenig anderen Bedingungen anders in Minerale zerfällt. Wenn man nämlich dieselbe Mischung in kleinen Tiegeln und bei niedrigerer Temperatur (an der zweiten Stelle) schmilzt, so erhält man nach zehn Tagen Schmelzen, die sich von der Hauptmasse sowohl durch ihre Structur, als auch ihre mineralogische Zusammensetzung unterscheiden: die Basis verschwindet spurlos, der Magnetitgehalt wird geringer, und

Digitized by Google

statt seiner und des Glimmers zeigt sich ein Mineral des Pyroxentypus mit merklichem Pleochroismus. Die Structur der Schmelzen ist trachytisch, — kurzprismatische, kleine Ausscheidungen des Anorthits sind unregelmässig nach allen Richtungen zerstreut, und zwischen ihnen zeigt sich xenomorpher Nephelin und gelblich-grüne Körnchen von Pyroxen; Korund findet sich überall eingeschlossen. Die Krystallisationsfolge ist ebenfalls ein wenig anders: Korund, Anorthit, Pyroxen, Magnetit, Nephelin. Hier ist übrigens zu erwähnen, dass der hier ausgeschiedene *Ca-Fe*-Pyroxen (Magnesia ist in der Schmelze nicht vorhanden) gegenüber Anorthit und Nephelin eine untergeordnete Rolle spielt. Seine Krystallisation und das Fehlen der Basis muss man der niedrigeren Temperatur, die Feinkörnigkeit der Schmelze aber der geringen Quantität des Gemisches zuschreiben. Sehr merkwürdig ist aber, dass eine so geringe Aenderung der Krystallisationsbedingungen der Schmelze verhältnismässig grosse Veränderungen hervorruft.

Die in Versuch 3 (Seite 48) erhaltene Schmelze stellt eine phanerokrystallinische 105pfündige Masse dar. Unter dem Mikroskop ist die Intersertalstructur sehr klar ausgeprägt. Die langen, unregelmässigen Anorthitprismen durchschneiden sich zu mehreren unter schrägen Winkeln, indem sie mit dunkelbrauner Basis gefüllte Dreiecke bilden. In diesen befinden sich grosse hexagonale Nephelinprismen, wie Fig. 5, Taf. V zeigt; ihre Länge ist ungefähr 0·5 *mm*, der Durchmesser gegen 0·25 *mm*; Interferenzfarben stahlgrau erster Ordnung, gerade Auslöschung; in convergentem polarisirten Lichte zeigt sich auf den Querschnitten ein schwarzes Kreuz; optisches Zeichen (—); Einschlüsse von Korund, Magnetit und Basis sind bisweilen regelmässig im Sechseck gelagert. In Form von kleinen abgerundeten Täfelchen füllt der Korund zuweilen die Ausscheidungen von Plagioklas und Nephelin vollständig aus; seine Einschlüsse treten scharf aus der Substanz des Wirthes hervor, wie Fig. 5, Taf. V verdeutlicht. Magnetit häuft sich in der Basis zusammen und bildet zarte, spitzenartige Netzchen. Auch hier äussert sich die Abhängigkeit zwischen der Structur der Schmelze und den Bedingungen ihrer Krystallisation klar und scharf; ein einfacher Vergleich von Fig. 5, Taf. V und Fig. 1, Taf. VII zeigt einen merklichen Unterschied in der Structur der beiden chemisch identischen Schmelzen; dieser Unterschied wird ausschliesslich durch die Dauer der Krystallisation bedingt.

Digitized by Google

Anhang zu Abschnitt VIII.
Ueber Korundgesteine des Ural nebst einem systematischen Ueberblick der Alumosilicatmagmen.

3. Kyschtymit — ein Korund-Anorthitgestein.

(Fig. 1 und 2, Taf. VIII.)

Gustav Rose[1]) fand während seiner Reise nach dem Ural in den Goldseifen des Flusses Borsowka Gerölle, welche ein Gemisch von Korund und einem weissen Mineral darstellen. Das letztere erkannte er als besondere Mineralspecies, die sich von dem ihr ähnlichen Skapolith und Gehlenit durch ihre chemischen Eigenschaften, Spaltbarkeit, ihr specifisches Gewicht u. a. auszeichnete. Abgesehen von Korundkrystallen schliesst die von G. Rose „Barsowit" genannte weisse Masse Oktaëder und Körner von Ceylanit, seltener Anhäufungen von Pistacit, Flitter weissen Glimmers und Chlorit ein. Korund und Ceylanit bilden, nach G. Rose, die am häufigsten anzutreffenden Bestandtheile des Gemisches, wobei in einzelnen Geröllen Korund, in anderen Spinell vorherrscht, so dass die beiden Minerale sozusagen einander vertreten. Was den Barsowit selbst anlangt, so bildet er in Stücken, welche nur Korund enthalten, eine dichte, in Ceylanit führenden aber eine körnige Masse. Zusammen mit Spinell trifft man auch kleine Krystalle eines weissfarbigen Korunds. Ueber Vorkommen von Biotit in diesem Gemisch spricht Rose nirgends. Der primäre Fundort des Barsowits ist ihm auch unbekannt, — Rose nimmt an, dass er im Chlorschiefer liegt, welcher „Lager im Gneis" bilden soll, der in dieser Gegend herrscht (l. c. pag. 155). Prof. Schtschurowskij[2]), der einige Jahre nach G. Rose den Ural besuchte, war schon der ursprüngliche Fundort des Barsowits bekannt. Es sei hier der diesen Gegenstand betreffende Originaltext angeführt. „Bis 1838 ist der Barsowit zusammen mit Korund und Ceylanit nur in Geröllen längs dem Flüsschen Borsowka gefunden worden; aber während meines Aufenthaltes im Ural, 1838, ist dieses Gestein in seinem primären Vorkommen gefunden worden. Ungefähr zwei Werst nörd-

[1]) Gustav Rose, Mineralogisch-geognostische Reise nach dem Ural, dem Altai und dem Kaspischen Meere, II. Band, Berlin 1842, pag. 150—155.

[2]) Georg Schtschurowskij, Der uralische Höhenzug in physikalisch-geographischer, geognostischer und mineralogischer Beziehung, Moskau 1841, pag. 226 bis 228 (russisch).

Digitized by Google

lich von der Borsowka bildet es zwei ziemlich breite Gänge (von $1^1/_2$ bis 3 Arschin Durchmesser), die einen an Aktinolithkrystallen sichtlich reichen Talkschiefer durchziehen; ihre Sahlbänder bildet talkhaltiger gelber Lehm. Beide Gänge gehen fast parallel und sind einander ziemlich nahe. Der grösste von ihnen ward bei der Besichtigung durch mich auf ungefähr 3 Faden freigelegt. Sein eines Ende liegt nahe der Oberfläche in einer Tiefe von $1^1/_2$ und 2 Arschin, sein anderes aber senkt sich bis zu fast zwei Faden. Bemerkenswert ist, dass im oberflächlichen Theile des Barsowitganges die Korundkrystalle äusserst klein, dunkelfärbig und wenig durchsichtig sind; mit fortlaufender Vertiefung werden sie grösser, durchsichtiger und hellblau. In der Nachbarschaft der bezeichneten Gänge werden sich mit der Zeit wohl auch andere finden; dann wird das eigentliche, sie einschliessende Gestein näher erkannt werden." Im übrigen wiederholt Schtschurowskij die Bestimmung G. Rose's und führt nichts neues für die mineralogische Charakteristik des Barsowit an. Aber aus seinen schätzbaren geologischen Beobachtungen ist ersichtlich, dass „das Gestein" in dicken Gängen in irgendwelcher zerstörten Masse versteckt liegt, welche Talk und Aktinolith enthält, aber, wie Schtschurowskij selbst bemerkt, nicht näher bestimmt ist; interessant ist ferner, dass Schtschurowskij das Gemisch von Korund, Ceylanit und Barsowit überall „Gestein" nennt; dieser Umstand lässt sich vollständig durch die Mächtigkeit der von ihm zuerst beobachteten Gänge erklären. Nach ungefähr 30 Jahren erkannte Prof. Karpinsky[1]) das Gestein, dessen Fundort von Schtschurowskij entdeckt und beschrieben worden, als besondere lithologische Species und schlug dafür die Bezeichnung „Barsowitgestein, nach seinem wichtigsten Bestandtheile" vor, „da der Korund stellenweise durch einige petrographische Elemente, besonders Glimmer, ersetzt wird". Wenn wir die früheren Beobachtungen mit denen Karpinsky's zusammenstellen, so können wir annehmen, dass das Gestein aus Barsowit, Korund (Soimonit), Ceylanit und Glimmer (Biotit) besteht, wobei die drei letzten Bestandtheile einander vertreten können. Doch dürfen wir nicht unterlassen, darauf hinzuweisen, dass ein so geübter und talentvoller Beobachter wie

[1]) Travaux de la Société d. Naturalistes de St. Pétersbourg. T. V, 1874. Section de Géologie et Minéralogie, pag. XLVIII—XLIX (russisch).

Digitized by Google

G. Rose in den von ihm gefundenen zahlreichen und grossen Geröllen nirgends Biotit bemerkt hat, während in dem von Schtschurowskij und Karpinsky beschriebenen, primären Fundorte, wie wir uns unten überzeugen werden, dieses Mineral die Rolle eines beständigen Componenten des Gesteins spielt. In der Folge hat Prof. Karpinsky[1]) einen neuen, nördlicheren Fundort desselben Gesteins ungefähr 4 Werst von der Fabrik Kasli entdeckt, welches von Gneiss eingeschlossen ist. Derselbe Gelehrte fand noch im Jahre 1871 „ein grosses, scharfeckiges Bruchstück eines Gemisches von Barsowit und Soimonit in einer Entfernung von ungefähr 40 Werst südlich von Borsowka, auf Ssobatschja Gora (d. h. Hundeberg). Aus diesen Thatsachen müssen wir schliessen, dass das Gestein, von dem die Rede ist, im Ural ziemlich verbreitet ist, besonders in dem Bergbezirk Kyschtym, wo zwei seiner Fundorte bereits unzweifelhaft bekannt sind (Borsowka und Kasli), und das Vorhandensein anderer, z. B. auf Ssobatschja Gora, sehr möglich erscheint.

Im Jahre 1880 untersuchte Prof. Max Bauer[2]) als erster den Barsowit mikroskopisch an dem von G. Rose gesammelten Materiale, d. h. an den Geröllen. Auf Grund seiner Beobachtungen und der von Friederici ausgeführten Analysen des Barsowit kam M. Bauer zum Schluss, dass dieses Mineral die Zusammensetzung des Anorthits $CaAl_2Si_2O_8$ hat, jedoch dem rhombischen oder monoklinen Krystallsystem angehört. In optischer Beziehung zeichnet es sich durch gerade Auslöschung aus, deren Richtungen mit zwei perpendiculären Systemen von Spaltrissen ungleicher Spaltbarkeit zusammenfallen, und durch Zweiachsigkeit, was übrigens schon früher von Descloiseaux constatirt worden. Einen Zwillingsbau, wie er für die Plagioklase und für die Feldspathe überhaupt so charakteristisch ist, weist der Barsowit nicht auf. Das specifische Gewicht des Barsowits ist nach Bauer geringer als beim Anorthit, nämlich 2·584 (Anorthit 2·67 bis 2·76); gegen Salzsäure verhält er sich ein wenig anders als der Anorthit, indem er ein umfangreiches, durchsichtiges Gelée bildet (Anorthit mit Salzsäure scheidet eine compactere, schleimige und ebenfalls gallertartige Kieselsäure aus, aber nicht eine „pulverige",

[1]) Geologische Forschungen, ausgeführt im Ural im Sommer 1883. Bulletin du Comité Géologique, Bd. II, 1884, pag. 200 (russisch).

[2]) Max Bauer, Beiträge zur Mineralogie. I. Reihe, 1. Ueber Barsowit, N. J. f. M, 1880, II, pag. 63—75.

Digitized by Google

wie Prof. Bauer erwähnt). Die von Bauer untersuchten Barsowitstücke waren augenscheinlich ziemlich stark zersetzt; unter dem Mikroskop scheinen sie stellenweise trübe und undurchsichtig; ausserdem ist in einigen von ihnen die Anwesenheit von Kalkspath nachgewiesen. Durch Bauer's Untersuchungen wird G. Rose's Meinung vom Barsowit als einer selbständigen Mineralspecies aufrecht erhalten; Bauer hält ihn für eine heteromorphe Varietät des Anorthit, die sich von diesem durch ihre physikalischen und theils auch chemischen Eigenschaften unterscheidet.

Zu einem vollständig anderen Resultat kommt Saizew[1]), der die ursprünglichen Fundorte des Barsowit persönlich besucht und das an Ort und Stelle gesammelte Material untersucht hat. Bei allen Probestücken, die dieser Forscher zur Verfügung hatte, erschien der Barsowit als echter, trikliner Anorthit. Dieser letztere Schluss gründet sich auf den polysynthetischen Zwillingsbau, der schon mit Hilfe einer Lupe sichtbar ist, auf die optischen Eigenschaften und besonders auf die Auslöschungsschiefe bezüglich der Spaltbarkeitsrisse und auch auf das Verhalten des Barsowits gegen Salzsäure, welches sich vom Verhalten des Anorthits gegen dasselbe Reagens nicht unterscheidet u. s. w. Saizew kommt schliesslich zu der Ueberzeugung, „dass ausser dem von Bauer in neuester Zeit als selbständige Mineralspecies beschriebenen Barsowit in dem Fundorte von Borsowka auch Anorthit vorkommt, wie die Untersuchung des mir zu Gebote stehenden Materials aus dieser Localität zeigte". Nach Saizew erscheinen im Anorthit eingewachsen folgende Minerale: Korund, Ceylanit, Kaliglimmer, Chlorit und Turmalin. Jedoch bleibt mir unverständlich, wie der Aufmerksamkeit dieses Forschers der schwarze Magnesiaglimmer, der dem Gestein dieses Fundortes recht reichlich beigemengt ist, hat entgehen können. „Was das Gestein anbetrifft, welchem der an der Quelle des Flusses Borsowka befindliche Fundort dieser beiden Minerale (d. h. des Anorthit und Barsowit) untergeordnet ist, so muss man gemäss den dasselbe einschliessenden Hornblendegneiss und dem Aktinolithgestein annehmen, dass es von Gneiss und nicht, wie das Prof. Schtschurowskij beschreibt, von Talkschiefer eingeschlossen ist" (Saizew, l. c. pag. 18—19).

[1]) A. Saizew, Geologische Uebersicht der Gebiete von Kyschtym und Kasli im Mittel-Ural, Abtheil. II, pag 14—20. Abhandlungen der Naturforschergesellschaft an der Universität Kasan, XIII, 1884 (russisch).

Digitized by Google

In Anbetracht dessen, dass Bauer nur in Goldseifen gefundene Gerölle in den Händen hatte, ist es klar, dass der ursprüngliche Fundort des Gesteins eine Mischung von Korund, Anorthit, Ceylanit etc. darstellt und keinen Barsowit enthält. Saizew erinnert ausserdem daran, dass die dem Secundärlager entnommenen Stücke, d. h. die Gerölle, und die in dem mineralogischen und geologischen Museum der Universität Kasan befindlichen Handstücke ebenfalls nur Anorthit enthalten. Meinerseits kann ich hinzufügen, dass die im Berginstitut zu St. Petersburg aufbewahrte grosse Masse kleinkörnigen „Barsowits" hauptsächlich aus Korund, Anorthit, Biotit und Ceylanit besteht. Zu demselben Resultate brachte mich die Untersuchung der im mineralogischen Cabinet der Universität Warschau befindlichen und mit der Etikette „Barsowit" bezeichneten Handstücke, — sie alle stellen ein Gemisch entweder von Anorthit und Korund oder Orthoklas und Korund dar.

Aus dem oben dargelegten ist ersichtlich, dass die Existenz des Barsowit G. Rose's als selbstständigen Minerals zweifelhaft erscheint und wenigstens nicht völlig aufgeklärt ist, da sein ursprünglicher Fundort noch immer nicht bekannt geworden. Die von Schtschurowskij und Karpinsky gefundenen Entblössungen bestehen ganz und gar aus Anorthit-Korundgestein. Da dieses Gestein in grosser Masse auftritt, so muss man es, gemäss dem Vorschlage Prof. Karpinsky's, unzweifelhaft als besondere, augenscheinlich sehr interessante petrographische Species ansehen.

Im Jahre 1896 und 1897, während des internationalen Geologencongresses, hatte ich Gelegenheit, den ursprünglichen Fundort des Anorthit-Korundgesteins von der Borsowka persönlich zu besuchen und in den aufgeräumten Gruben völlig frische Handstücke zu sammeln.[1]) Das Gestein tritt an der Quelle des Flusses Borsowka auf einer ebenen, mit Schwarzerde und niedrigem Gehölz bedeckten Erhebung zutage. Die Art und Lagerung des Gesteins könnte man füglich als Stock oder sehr mächtigen Gang bezeichnen. In seiner Nachbarschaft tritt gegen Nordosten Serpentin (mit Aktinolith) hervor, von den anderen Seiten ist das Gestein von Granit oder Granitgneiss, die hier überall vorherrschen, umgeben. Granit tritt ungefähr

[1]) J. Morozewicz, Explorations géologiques le long du chemin de fer Ekathérinbourg-Tchélabinsk. Bulletin du Comité Géologique de St. Pétersbourg, 1897, T. XVI, pag. 126.

Digitized by Google

eine halbe Werst westlich von dem aufgedeckten Korund-Anorthitgestein auf und liegt auf bedeutenderen Strecken überall frei. Das uns interessirende Gestein lagert folglich zwischen Granit und Serpentin, welcher, wie überall im Ural, ein Derivat von Gabbrodiorit, Diabas u. s. w. ist.

Das Gestein von Borsowka ist ein mittel- oder feinkörniges Gemisch automorpher dunkler Kryställchen des Korunds und einer grauen Grundmasse, in welcher man noch mit blossem Auge Biotitplättchen unterscheiden kann. Je feiner die Mischung ist, desto reichlicher ist ihr Magnesiaglimmer beigemengt. Frisch abgeschlagene Stücke enthalten weissen Glimmer gar nicht; dieser lässt sich erst an den verwitterten Oberflächen des Gesteins beobachten und erscheint auch als Product einer hydrochemischen Veränderung des Korunds, — er zeigt sich nämlich auf Flächen der schaligen Absonderung, die der Basis parallel sind.

Sehr feinkörnige Varietäten haben bisweilen einen gneissartigen Habitus, während bei mittelkörnigen die körnige Structur sehr scharf hervortritt. Der Korund erscheint in zwei Formen: 1. prismatisch — er bildet dann längliche hexagonale Prismen, die einander ungefähr parallel gelagert sind und mit dem Plagioklas gleichsam eine pegmatitische Verwachsung bilden, und 2. pyramidal — dann sind seine kleinen Dihexaeder in der Feldspath-Grundmasse zerstreut. Durch dieselben Eigenschaften zeichnet sich auch das Gestein des Fundortes von Kasli aus. Die frischen Handstücke enthalten keine Spur von kohlensaurem Kalk, Chlorit und anderen Zersetzungsproducten.

Zur mikroskopischen Untersuchung des Gesteins von Borsowka waren mit nicht geringer Mühe von der Firma Voigt und Hochgesang in Göttingen drei ausgezeichnete Präparate hergestellt worden: 1. aus der mittelkörnigen Varietät, 2. aus der gneissartigen und 3. aus einer feinkörnigen Masse, welche im Berginstitut zu St. Petersburg bewahrt wird. Alle drei Dünnschliffe zeigen im allgemeinen gleiche Bestandtheile und gehen nur in ihren Quantitätsbeziehungen auseinander, — in der gneissartigen Varietät ist mehr Biotit als in den beiden anderen, und der feinkörnige Klumpen im Berginstitut zeichnet sich durch Trübheit und Zersetzung des Feldspaths aus, enthält secundären Muscovit, Chlorit u. a. Die unten angeführte Beschreibung ist daher vorzüglich nach dem aus einer völlig frischen mittelkörnigen

Digitized by Google

Varietät (Analyse 49, Tab. XXVI) präparirten Schliffe zusammengestellt. Die Structur des Gesteins erscheint unter dem Mikroskop eher porphyrisch als körnig, wie aus der Photographie 1, Taf. VIII ersichtlich. Hier sehen wir automorphe, unregelmässig vertheilte Korundkrystalle, die in die feinkörnige Grundmasse versenkt sind, welche hauptsächlich aus verschiedenartig orientirten, xenomorphen Plagioklasindividuen, die sich den Körnchen des Marmors oder Zuckers ähnlich berühren, besteht. Ausser dem Korund enthält die Grundmasse noch (ebenfalls xenomorphe) Biotitblättchen und Körnchen dunkelgrünen Spinells.

Der Korund bildet fast ausschliesslich sehr spitze Dihexaeder mit gewöhnlich ungleichen Flächen. Demgemäss erscheinen seine Querschnitte als unregelmässige Sechsecke, die Längsschnitte haben fässchen- oder spindelartige Form (ungefähr 2—3 *mm* Länge und $1^1/_2$ *mm* Breite). Die Längsschnitte sind immer durch unregelmässige Risse von pinakoidaler, schaliger Absonderung zertheilt. Auch auf den Querschnitten sind bisweilen Risse der Spaltbarkeit, jedoch nur in einer Richtung und nicht drei, wie man erwarten dürfte in der Voraussetzung, dass diese Risse der rhomboedrischen Spaltbarkeit entsprechen, deren Vorhandensein übrigens von Prof. M. Bauer geleugnet wird.[1]) Bei einigen der Pyramidenfläche ungefähr parallelen Schnitten lassen sich bisweilen auch zwei fast perpendiculäre Systeme von Rissen beobachten, wobei das eine von ihnen besser als das andere ausgeprägt ist. Ueberhaupt muss bemerkt werden, dass Spaltbarkeit, wenn hier von ihr die Rede sein kann, undeutlich, unregelmässig ausgeprägt ist und wahrscheinlicherweise mit der Bildung der Zwillinge nach r $(10\bar{1}1)$ verbunden ist. Letztere lassen sich hier sehr oft auf Längsschnitten von Korund in Form ziemlich zahlreicher Parallelstreifen beobachten, welche mit der Isotropieachse einen Winkel von etwa 30—32° bilden. Diese Streifen unterscheiden sich deutlich in polarisirtem Lichte durch die ungleiche Interferenzfärbung, welche an die Zwillingslamellen der Plagioklase erinnert, durch ihre nicht gleichzeitige Auslöschung u. s. w. Aus der Zwillingsbildung nach dem Grundrhomboeder erklärt sich auch die Unebenheit der Pyramidenflächen, ihre Streifigkeit u. s. w.

---

[1]) M. Bauer, Ueber das Vorkommen der Rubine in Birma. N. J. f. M. 1896, II, p. 213.

Digitized by Google

Die Korundschnitte treten sehr erhaben aus dem Schliff hervor, infolge grosser Verschiedenheit in der Lichtbrechung im Vergleich mit der sie umgebenden Feldspathsubstanz. Die Querschnitte sind durchaus isotrop, weisen im convergenten, polarisirten Lichte eine einachsige Interferenzfigur auf und sind optisch negativ (—). Die Längsschnitte wirken ziemlich stark auf polarisirtes Licht, indem es eine rothe oder blaue Farbe II. Ordnung annimmt; die Schrägschnitte, d. h. ungefähr den Pyramidenflächen parallel laufende, zeigen eine verhältnismässig schwache Interferenzfärbung, welche Hellgelb I. Ordnung nicht übersteigt. Spindelförmige oder länglichrhombenartige Schnitte löschen natürlich nach den Diagonalen aus. Der Korund des beschriebenen Gesteins zeichnet sich durch ungleichmässige Färbung aus, — intensiv blaue Theile wechseln mit durchsichtigen und farblosen. Der Pleochroismus auf den Längsschnitten ist sehr stark: *O* dunkelblau, *E* hellblau. Auf einigen der Querschnitte ist eine sehr schöne, ziemlich regelrechte Aufeinanderfolge von dunkelblauen und farblosen Streifen parallel den Sechseckseiten (vergl. Fig. 1, Taf. VIII, in der Mitte) sichtbar, aber in der Mehrzahl der Fälle ist die Färbung des Korunds fleckig, nicht regelrecht und ungleichmässig.[1]) Einschlüsse enthält dieser Korund in grosser Menge, man trifft in ihm Körnchen dunkelgrünen Spinells und kleine Kryställchen Zirkons, aber auch unbestimmte schwarze Körner; die gerundeten oder unregelmässig länglichen, dreieckigen u. s. w. Poren lagern meist in Parallelreihen, ähnlich den Quarzporen; in ihrem Inneren ist es mir nicht gelungen, sich bewegende Libellen, die im Quarz so häufig sind, zu entdecken. Völlig durchsichtige Schnitte des Korunds trifft man ziemlich selten; meist sind sie mit irgend welchen unbestimmten, trüben Partikeln gefüllt, welche man selbst bei sehr starker Vergrösserung nicht mehr bestimmen kann (bei dem 9. System von Hartnack); diese Trübung erinnert sehr an die feinen Kaolinkörnchen im Feldspath. Nach den Arbeiten Thugutt's[2]), die eine verhältnismässig leichte Hydratisation des Korunds erwiesen haben, erscheint es sehr glaublich, dass diese weisslichen, undurchsichtigen Körnchen, von denen die Rede ist, Producte der Hydratisation des Korunds darstellen (Diaspor oder Hydrargillit).

[1]) Die analogen Erscheinungen beim Korund beschreibt auch Prof. Tschermak: Ueber den Smirgel von Naxos. T. M. P. M. XIV, 1894, pag. 315.

[2]) St. Thugutt, Mineralchem. Studien. Dorpat 1891, pag. 104.

Digitized by Google

Der Plagioklas bildet ungefähr die Hälfte der ganzen Gesteinsmasse; er verbindet intersertal die automorphen Korundausscheidungen, indem er die Winkel zwischen ihnen ausfüllt. Diese xenomorphe Plagioklasmasse, die bei makroskopischer Untersuchung zusammenhängend und einförmig erscheint, stellt in Wirklichkeit ein feinkörniges Aggregat von verschiedenartig orientirten Körnern dar. Im beschriebenen Präparat sind sie grösstentheils durchsichtig, aber in dem 2. und 3. Dünnschliffe (siehe oben) — trüb, undurchsichtig und mit Kaolinsubstanz gefüllt. Schon bei gewöhnlichem Lichte lässt sich bei einigen von ihnen Zwillingsstreifung erkennen; zwischen gekreuzten Nicols zerfallen alle Körner in eine Reihe meist schmaler Zwillingslamellen, wie auf Fig. 2, Taf. VIII zu sehen. Die Auslöschungsschiefe der Streifen wurde auf zwiefache Weise bestimmt: auf Spaltungsstücken, d. h. in feinem Pulver und an Schliffen. In beiden Fällen erhielt man die gleichen Grössen. Die Auslöschungsschiefe der nur ein Spaltensystem aufweisenden Schnitte war bezüglich der Zwillingsnaht 25—36°; der Verdunkelungswinkel der streifenlosen Schnitte war etwas grösser, 31—38°, bezüglich der Spaltrisse nach *P*. Die Schnitte letzterer Art zeigen im convergenten, polarisirten Lichte immer den Austritt der einen von den optischen Axen. Wir haben es also mit Anorthit oder einem ihm nahestehenden Bytownit, aber nicht mit dem Barsowit M. Bauer's zu thun. Die Zwillinge folgen dem Albitgesetz, welches ziemlich häufig mit dem Periklingesetz combinirt ist, und bilden bei einigen Schnitten ein feines Gitter, das an Mikroklin erinnert. Die Interferenzfarben sind ziemlich hoch (gelb, roth und blau I. Ordnung), d. h. schwächer als auf den Längsschnitten des Korunds. Im Plagioklas eingeschlossen findet sich am häufigsten der Zirkon, irgend welche durchsichtige, stark lichtbrechende Körnchen unbestimmten Charakters, schwarze Körner Chromeisenerzes oder Magnetits u. s. w.

Biotit bildet unregelmässige, gleichsam zerfressene Plättchen, die siebartig durchlöchert (mit Feldspath poikilitisch verwachsen) und zuweilen zusammengebogen sind (Fig. 1, Taf. VIII); er zeichnet sich durch sehr starken Pleochroismus aus: $\parallel c$ hellgelb, $\perp c$ gelbbraun; im convergenten polarisirten Lichte erscheint er fast einaxig; eingeschlossen von ihm findet man Zirkon, Apatit, Spinell und Korund; die runden Löchlein sind mit Feldspathsubstanz gefüllt. Ausser Biotit erscheinen in den zersetzten Handstücken mit trüben

Digitized by Google

Plagioklasen auch noch Flitterchen von Muscovit und Chlorit, welche übrigens im 1. Schliffe völlig fehlen.

Spinell — dunkelgrün — ist gewöhnlich in geringer Menge und unregelmässigen, abgerundeten Körnern anzutreffen. Nur selten und stellenweise bildet er im Gestein locale Anhäufungen und sogar derbe Massen. Er ist ganz isotrop und stark lichtbrechend. Einige Körner sind wenig durchsichtig und trüb; um dieselben scheidet sich eine schwarze, undurchsichtige Masse aus, welche aller Wahrscheinlichkeit nach dem Chromeisenstein oder dem Magnetit angehört. Interessant ist, dass Spinell (Ceylanit) ziemlich oft im Korund eingeschlossen erscheint, ganz analog vielen der obenbeschriebenen, künstlichen Schmelzen. Ceylanit selbst enthält fast gar keine Einschlüsse, ausgenommen den sehr selten in ihm anzutreffenden Zirkon.

Zirkon erscheint in charakteristischen, sehr stark das Licht doppelbrechenden Mikrolithen mit pyramidaler Zuschärfung in allen Bestandtheilen des Gesteins eingeschlossen und bildet offenbar die früheste Ausscheidung; bedeutend seltener erscheinen die nadelförmigen Mikrolithe des Apatit.

Das Gestein ist augenscheinlich einem starken Drucke ausgesetzt gewesen, denn die mechanischen Deformationen der dasselbe bildenden Minerale treten scharf hervor. Die Pyramiden des Korunds sind bisweilen abgebrochen und ihre Einzeltheile sind nach der Fläche des Grundrhomboeders verschoben; die Plagioklasschnitte zeigen oft fleckige und wellenförmige Auslöschung; die Biotitplättchen sind *S*-förmig gebogen u. s. w.

Die erwähnten Bestandtheile des Gesteins sind in ungleicher Menge vorhanden; bei allen Handstücken herrschen Korund und Plagioklas vor den anderen das Gestein bildenden Mineralen vor. Was den Biotit anlangt, so tritt er im Fundorte an der Borsowka in ziemlich bedeutender Menge auf und kann den Hauptbestandtheilen des Gesteins zugezählt werden; doch ist zu bemerken, dass dieses Mineral zuweilen verschwindet, besonders in grobkörnigen Varietäten, welche fast völlig aus Korund und Anorthit oder Spinell und Anorthit bestehen; auch Abarten, welche viel Spinell enthalten, sind des Biotits völlig bar, wie ich mich an den im Berginstitut zu St. Petersburg aufbewahrten Musterstücken überzeugen konnte. Spinell tritt folglich als Vertreter des Korunds und Biotits gleichzeitig auf.

Digitized by Google

Im Gestein von Borsowka können wir also drei Mineralgruppen unterscheiden:

1. Korund, Anorthit, zuweilen Spinell oder Biotit — als Hauptbestandtheile;
2. Zirkon, Apatit, zuweilen auch Spinell und Biotit — als unwesentliche und
3. Muscovit, Chlorit, Kaolin, Chromeisenstein — als secundäre Bestandtheile.

Die Primärbestandtheile schieden sich in folgender Reihenfolge aus dem Magma aus:

Zirkon,
Spinell,
Korund,
Anorthit,
Biotit.

Biotit scheint sich nach dem Anorthit ausgeschieden zu haben, da er viele Körner des letzteren einschliesst; es ist das umso wahrscheinlicher, als die Anorthitmasse 4mal grösser als die des Biotit ist und als in dem künstlichen Anorthit-Nephelinmagma, welches auf pag. 199 beschrieben, sich glimmerähnliche Blättchen (Lepidomelan) ebenfalls nach dem Anorthit ausgeschieden haben.

Tabelle XXVI.

	48	49	Molecularverhältnisse				
Korund u. Spinell	—	59·51					
Korund	47·51	—					
SiO_2	22·52	16·80	$(K_2O+Na_2O+CaO):Al_2O_3:SiO_2=$				
Al_2O_3	16·31	13·89	0·9	:	1	: 2·4	(48)
Fe_2O_3	2·20	0·76	1	:	1	: 2·1	(49)
CaO	6·64	7·26					
MgO	1·34	0·61					
K_2O	0·58	0·13					
Na_2O	1·00	0·38					
H_2O	1·58	0·76					
	99·40	100·10					

Sp. Gew. b. 22°C. 3·240

Tabelle XXVI enthält zwei Analysen des Gesteins aus dem Fundort an der Borsowka. Sie wurden an Handstücken, die sich so-

Digitized by Google

wohl nach ihrer mineralogischen Zusammensetzung, als auch nach ihrem äusseren Habitus ein wenig unterscheiden, ausgeführt.

48. Zusammensetzung eines sehr grossen, im Museum des Berginstituts zu St. Petersburg[1]) aufbewahrten Schaustückes des Gesteins, welches sich, wie schon erwähnt, durch seine Feinkörnigkeit und seinen verhältnismässigen Reichthum an Biotit auszeichnet; es ist an Spinell arm und theils verwittert (1·6 Procent H_2O). Die Korundbestimmung geschah mit Hilfe von HFl und H_2SO_4, wobei Spinell in die Lösung überging; 47·5 Procente beziehen sich also nur auf den Korund. Der Kalkmenge (6·6 Procent) nach lässt sich der Procentgehalt des im Gestein vorhandenen Anorthits (= 38 Procent), dessen Zusammensetzung wir im Hinblick auf 1 Procent Na_2O gleich Ab_1An_6 annehmen, leicht berechnen. Das Verhältnis der zurückgebliebenen Basen zur Thonerde drückt sich dann in der Form: $(K_2O + Na_2O) : Al_2O_3 = 1·25 : 3·13$ aus, das heisst, hier lässt sich ein Ueberschuss an Thonerde, welcher im Spinell gebunden sein muss, bemerken. Hieraus ist ersichtlich, dass gegen 2 Procent der Oxyde R_2O_3 zur Bildung der Aluminate aufgegangen, das Uebrige aber in Form von Biotit gebunden ist. Da die Oxyde R_2O_3 im Ceylanit gegen zwei Drittel ausmachen, so kann man annähernd schätzen, dass in diesem Musterstück des Gesteins nicht mehr als 3—4 Procent Spinell und ungefähr 10 Procent Biotit mit den freien Eisenoxyden und Zersetzungsproducten enthalten sind. Es lässt sich auf diese Weise mit einer 1 Procent nicht übersteigenden Genauigkeit bestimmen, dass das analysirte Stück des Gesteins ungefähr 51—52 Procent Korund und Spinell, circa 38 Procent Anorthit Ab_1An_6, circa 10 Procent Biotit u. a. enthält.

49. Zusammensetzung eines frischeren und grobkörnigeren, von mir dem Steinbruch von Borsowka entnommenen Handstückes. Das letztere enthält mehr Spinell und weniger Biotit als das vorige; die Korundkrystalle sind hier gröber und reichlicher vorhanden. Die Korund- und zugleich Spinellbestimmung wurde mit Hilfe starker Salzsäure ausgeführt, wobei sich beim Austrocknen der Lösung gallertartige Kieselsäure ausschied, während die Biotitflitter spurlos verschwanden. Die Analyse weist, verglichen mit der vorigen, ein

[1]) Das Material zur Analyse und zum Dünnschliff war mir von Herrn Akademiker Professor A. Karpinsky freundlichst überlassen worden.

Digitized by Google

wenig mehr Kalk und bedeutend weniger Alkalien auf. Die 36 Procent gleiche Anorthitmenge ist hier ebenfalls nach der Kalkmenge (7·2 Procent) berechnet, doch wurde hier der reine *An* angenommen; die Alkalien mit Magnesia und den Eisenoxyden, der Thonerde und Kieselsäure bilden ungefähr 4—5 Procent Biotit etc.

Wir können folglich annehmen, dass die Quantitäten der Hauptbestandtheile des Gesteines von Borsowka in folgenden Grenzen schwanken: Korund (mit Spinell) 50—60 Procent, Anorthit 36 bis 38 Procent, Biotit und die übrigen Bestandtheile (nebst Zersetzungsproducten) 4—10 Procent.

Aus Tabelle XXVI ist ersichtlich, dass nach Ausscheidung des Thonerdeüberschusses in Form von Spinell und Korund das Molecularverhältnis der in der Lösung zurückgebliebenen Alumosilicatbasen zu der Thonerde gleich 1 ist. In 48 ist es scheinbar um 0·1 grösser zum Vortheil der Thonerde; wir dürfen aber nicht vergessen, dass die Isolirung des Korunds und Spinells hier mit *HFl* und H_2SO_4 ausgeführt wurde, und dass folglich die in Form von Ceylanit gebundene Thonerde in die Lösung überging und darauf zugleich mit der Alumosilicatthonerde abgewogen wurde.

In chemischer Beziehung gehört folglich das Gestein zu den mit Thonerde stark übersättigten Anorthitmagmen. Die Ausscheidung der Thonerde vollzog sich nach den im II. Abschnitt unserer Untersuchung (cf. pag. 56) festgestellten Regeln, und in dieser Hinsicht dient dieses Gestein als vortrefflicher Beweis ihrer Rechtfertigung.

Die geologische Lagerung des Gesteins inmitten der plutonischen Massen, seine eigenartige mineralogische und chemische Zusammensetzung, die leichte Wiederherstellung auf dem Wege des Schmelzens seiner Bestandtheile zwingen uns, in ihm einen neuen Typus des Alumosilicatmagmas und eine neue petrographische Species zu erkennen, für welche ich die Benennung Kyschtymit vorschlage, nach dem Bergbezirk von Kyschtym, in dem sie zutage getreten und gefunden ist, wie es auch in der Petrographie angenommen ist.

So gelangen wir auf Grund der oben dargelegten Thatsachen zu folgenden Schlüssen:

1. Die Existenz des von G. Rose Barsowit genannten und in neuester Zeit von M. Bauer beschriebenen Minerals erscheint zweifelhaft im Hinblicke darauf, dass sein primärer Fundort bis jetzt unbekannt geblieben und dass

Digitized by Google

das gewöhnlich „Barsowit" genannte Mineral in der Mehrzahl der Fälle einen Anorthit mit den für ihn charakteristischen Eigenschaften darstellt.

2. Kyschtymit, ein Korund-Anorthitgestein, das im Kyschtymer Bergbezirk im Ural vorkommt, bildet einen neuen Typus eines mit Thonerde übersättigten Alumosilicatmagmas.

4. Korund-Orthoklasgesteine: Der Korundpegmatit und Korundsyenit.

Während meines zweimaligen Aufenthaltes im Ural (in den Sommern 1896 und 1897) hatte ich die Gelegenheit, auch Mineralcombinationen zu beobachten, die hauptsächlich ein Gemisch von Alkalifeldspath und Korund darstellten und inmitten von Gneissen, Graniten und Syeniten kräftige Gänge oder stockartige Zusammenhäufungen bildeten. Die Massen dieser letzteren sind so bedeutend, dass wir das sie bildende Material als Gesteine zu betrachten das Recht haben, das heisst, ihnen die Bedeutung einer petrographischen Einheit oder Species zuzusprechen. Da hiebei der Korund einen unzweifelhaft primären Hauptbestandtheil dieser Gesteine bildet, so halte ich für zweckmässig, sie mit besonderen Benennungen zu bezeichnen, indem ich mich der in der Petrographie schon existirenden Termini bediene.

Für die mikroskopische Beschreibung dieser Gesteine, welche ich dem Resultate ihrer chemischen Untersuchung vorausschicke, waren Dünnschliffe[1]) hergestellt, welche eine sehr interessante Erscheinung zu beobachten erlaubten, nämlich das Vorkommen von Korund nicht nur in grösseren, makroskopischen Ausscheidungen, sondern auch in sehr kleinen, mikroskopischen, idiomorphen Kryställchen.

a) Korundpegmatit.

Wie oben erwähnt (Abschnitt II, pag. 82), stellt dieses Ganggestein eine Combination von grobkörnigem, gelblichem Orthoklas mit blauem Korund dar, dessen lange hexagonale Prismen, sich selbst parallel bleibend, die Orthoklasmasse durchdringen. Mit blossem Auge lassen sich ausser Orthoklas, der oft Karlsbader Zwillinge

[1]) Ebenfalls von der Firma Voigt und Hochgesang in Göttingen.

Digitized by Google

bildet, und Sapphir, auf dessen Absonderungsflächen || (0001) oft secundärer Kaliglimmer sichtbar ist, noch schwarze, stark glänzende kleine Prismen eines eigenthümlichen Minerals x[1]) erkennen, welches sowohl im Korund als auch im Orthoklas Einschlüsse bildet. Die Länge der makroskopischen Krystalle des Korunds erreicht 10 Centimeter und mehr, die Dicke nach der Axe a circa 1 Centimeter. Eine mikroskopische Untersuchung des Dünnschliffes ergab folgende Resultate.

Der Korund bildet, abgesehen von grossen auch kleine Kryställchen von 1—1·5 Millimeter Länge und ungefähr 0·5 Millimeter Dicke; diese Kryställchen zeichnen sich durch pyramidale Endigung aus, was bei den grossen nicht zu bemerken war; sie stellen eine Combination eines stark entwickelten Prismas a $(11\bar{2}0)$ und des ihm untergeordneten Rhomboëders r $(10\bar{1}1)$ dar: sie sind völlig farblos, während die grossen eine hellblaue Farbe mit schwachem Pleochroismus aufweisen. Die ziemlich regelmässigen Risse sind dem Rhomboëder und der Basis parallel. Aeusserst charakteristisch ist ihre polysynthetische Zwillingsstructur, die auf einigen Querschnitten beobachtet wurde: im polarisirten Lichte sind drei sich durchkreuzende Systeme farbiger Streifen sichtbar, welche bisweilen gleichseitige Dreiecke bilden. Offenbar sind das polysynthetische Zwillinge nach den Grundrhomboëderflächen. Als Einschlüsse treten im Korund nur die schwarzen Nadeln des Minerals x auf; die kleinen Korundkryställchen sind von Orthoklaskörnern, welche ein Individuum darstellen, gänzlich eingeschlossen.

Der Orthoklas ist fast ausschliesslich als Mikroperthit entwickelt, welcher unregelmässige Körner und Krystalle, nicht selten nach M tafelige Karlsbader Zwillinge bildet. Zahlreiche Streifen von Albit, bald breit, bald schmal, durchwachsen die Orthoklassubstanz ohne sichtbare Regelmässigkeit, wobei sie oft untereinander anastomosiren. In die Augen fallen sehr stark ausgeprägte „mechanische Deformationen". Es existirt kaum ein Durchschnitt, dessen optische Orientirung normal wäre: Erscheinungen, wie z. B. wellige und fleckige Auslöschung, Bildung von secundärer Zwillingsstructur u. s. w.

---

[1]) Das bisher noch nicht näher bestimmt ist. Nach der goniometrischen Messung gehören diese Kryställchen der rhombischen Symmetrie zu; sie zeigen keine deutliche Spaltbarkeit; unter dem Mikroskope bleiben sie dunkel, sogar in den kleinsten Splitterchen; kalte HFl und H_2SiFl_6 sind ohne merklichen Einfluss. Die chemische Natur dieser interessanten Kryställchen kann nur durch ihre quantitative Analyse bestimmt werden, die noch nicht ausgeführt ist.

Digitized by Google

sind hier alle vorhanden; zwischen den einzelnen grösseren Orthoklaskörnern lässt sich bisweilen sogenannte Mörtelstructur [1]) beobachten. Von Einschlüssen enthält der Orthoklas ausser dem Korund und Mineral x noch längliche, nicht selten zusammengebogene und zerrissene Härchen von Rutil, kurze Nadeln von Apatit und Zirkon. Als Product der Verwitterung zeigt sich Kaolin, der Infiltration — Limonit.

Das Mineral x bildet völlig undurchsichtige längliche Kryställchen, die an Flächen der prismatischen Zone reich sind; sie enthalten gar keine Einschlüsse und haben sich offenbar früher als der Korund aus dem Magma ausgeschieden. Aus den im Abschnitte II dieser Untersuchung entwickelten Erwägungen geht hervor, dass dieses Mineral eine an Oxyden R_2O_3 reiche, aller Wahrscheinlichkeit nach dem Typus $R_2O_3 . SiO_2$ zusammengesetzte Verbindung bildet.

b) Korundsyenit.

Im Ural trifft man nicht selten körnige Gemische von Korund, Orthoklas und Biotit, welche in Granitgesteinen in der Form von stockartigen Anhäufungen lagern. Mir sind zwei solche Fundorte bekannt: Nikolskaja Ssopka (in der Nähe der Borsowka und des Kyschtymitlagers) und das Dorf Sseljankina. Das Gestein des ersten Fundortes ist an Biotit arm, das des zweiten — ziemlich reich; der Korund des ersten Gesteins weist kurzprismatische blaue Krystalle auf, der des zweiten breite dunkelgraue Plättchen mit stark entwickelter Basis und untergeordnetem Rhomboëder. In beiden Fällen vertritt der Korund gewissermassen den Quarz im Granit. Eine mikroskopische Betrachtung der aus diesen Gesteinen hergestellten Dünnschliffe ergab Folgendes.

Nikolskaja Ssopka. Die Structur des Gesteins ist mittelkörnig; die Farbe hellgelb oder hellrosa. Ausser grossen, kurzprismatischen, 1 Centimeter und mehr Dicke erreichenden Krystallen erscheint der Korund noch in mikroskopischen Kryställchen, die nicht mehr als $^1/_2$ Millimeter dick sind. Er bildet hier die Combination: a $(11\bar{2}0)$, r $(10\bar{1}1)$ und c (0001), wie das auf den gerade auslöschenden Längs-

[1]) Alle diese Erscheinungen erinnern lebhaft an ähnliche mechanische Deformationen der Feldspathe, welche ich in den Graniten Wolhyniens gelernt und beschrieben habe. Vergl. J. Morozewicz, Zur Petrographie Wolhyniens. Warschau 1893, pag. 45, 53, 71 und andere.

Digitized by Google

schnitten sichtbar ist. Neben den gut ausgebildeten Krystallen trifft man auch unregelmässige, gleichsam corrodirte und abgeschmolzene Korundkörner. Die Risse sind wie im vorhergehenden Falle der Basis und dem Rhomboëder parallel. Auch hier ist die charakteristische polysynthetische Zwillingsstructur des Korunds zu beobachten: Zwillingslamellen (im polarisirten Lichte verschiedenfarbige, scharf umrissene Streifen) durchwachsen einander gleichzeitig nach den drei Flächen des Grundrhomboëders; Durchschnitte mit zwei Systemen verschieden auslöschender Streifen erinnern bisweilen lebhaft an die Zwillingslamellen von Plagioklas, die nach dem Albit- und Periklingesetz gleichzeitig zusammengewachsen sind. Ausserdem zeichnet sich dieser Korund durch eigenartige Einschlüsse in Form dünner, an Rutil erinnernder Nadeln aus, die ein dem Sagenit ähnliches Netz bilden; bisweilen werden diese Bildungen kürzer und breiter, nehmen die Gestalt von rhombischen, gelblichen Plättchen an und sind dann den Mikroplakiten von Schrauf sehr ähnlich. Was den Orthoklas anlangt, so ist er auch hier hauptsächlich — Mikroperthit, aber der Structur nach regelmässiger als im vorigen Falle; und auch die mechanischen Deformationen sind hier schwächer ausgeprägt. Ausser dem vorherrschenden Mikroperthit treten selbständige kleine Kryställchen von Albit und Mikroklin auf und sehr selten kleine durchsichtige Körnchen von Quarz. Auch hier jedoch sind gröbere Mikroperthitkörner wie mit Cement zusammengekittet, welches aus kleinen Feldspathkörnchen besteht. Biotit in kleinen gelbbraunen Plättchen ist selten. Secundärer Muscovit bildet sich theilweise auf Kosten des Korunds auf den Flächen seiner schaligen Absonderung.

Sseljankina.[1]) Die Structur ist gleichfalls mittelkörnig, granitisch, aber die Feldspathkörner sind gleichmässiger. Dieser Korundsyenit zeichnet sich durch verhältnismässigen Reichthum an Biotit aus. Sein Korund ist plattig: c (0001), r ($10\bar{1}1$); auf der Basis sind mit blossem Auge drei Systeme charakteristischer Striche sichtbar. Unter dem Mikroskope zeigt der Korund dieselbe Mikrostructur wie bei dem Syenit von Nikolskaja Ssopka; er ist völlig farblos, aber in seinen Spaltrissen hat sich eine trübe, kaolinartige Substanz abgelagert; kleine abgerundete Körner sind hier häufiger als im vorigen

[1]) Ein kleines Stück dieses Gesteins hat mir Herr Prof. A. Karpinsky freundlichst überlassen.

Digitized by Google

Falle. Als vorherrschender Feldspath tritt hier der Orthoklas auf; dafür ist weniger Mikroperthit vorhanden; auch Plagioklas und Mikroklin sind in geringer Menge zugegen. Biotit bildet zahlreiche kleine, braungelbe Plättchen, die sich bisweilen an Korund anhäufen.

Die chemische Untersuchung der hieher gehörenden Gesteine wurde an denselben Handstücken, aus denen die Dünnschliffe dargestellt waren, ausgeführt. — Tabelle XXVII umfasst die Resultate dieser Untersuchung.

Tabelle XXVII.

	50	51	Molecularverhältnisse	
Korund	35·40	18·55		
SiO_2	40·06	52·34		
Al_2O_3	13·65	16·05	$(K_2O + Na_2O + CaO) : Al_2O_3 : SiO_2 =$	
Fe_2O_3	0 35	0·45	1 : 1·1 : 5·5	(50)
CaO	0·30	0·20	1 : 1·1 : 5·9	(51)
MgO	0·15	0·16	$K_2O : Na_2O = 1 :$ 1·1	(50)
K_2O	5·20	6·58	1 : 1·1	(51
Na_2O	3·71	4·77		
H_2O	0·46	0·40		
	99·28	99·50		

50. Zusammensetzung des Korundpegmatits. Die Bestimmung des Korunds wurde mit Hilfe von HFl und H_2SO_4 ausgeführt, wodurch ein unbedeutender Theil von ihm, nämlich das feinste Pulver, in die Lösung überging. Berechnet man die Molecularverhältnisse der Basen zu der Thonerde, welche in die Lösung übergegangen ist, so ergibt sich ein geringer Ueberschuss an Al_2O_3 (0·1). Es ist daher die wirkliche Quantität des Korunds im Gestein ein wenig grösser als in der Analyse angegeben; sie lässt sich leicht nach der Gleichung: $MeO \,.\, mAl_2O_3 \,.\, nSiO_2 = MeO \,.\, Al_2O_3 \,.\, nSiO_2 + (m—1)$ Korund berechnen und ist gleich 36·9 Procent statt der in der Analyse gefundenen 35·4 Procent; die in Alumosilicatform gebundene Thonerde muss gleich 12·1 Procent statt 13·6 Procent sein. Das untersuchte Gestein besteht also, in runden Zahlen ausgedrückt, aus 37 Procent Korund und 63 Procent Mikroperthit (mit dem Minerale x und) den Verwitterungsproducten).

51. Zusammensetzung des Korundsyenites von Nikolskaja Ssopka. Auch hier ging ein kleiner Theil des Korunds bei der Isolirung in HFl und H_2SO_4 in die Lösung über. Seine theoretische Menge ist

Digitized by Google

gleich 19·2 Procent statt der in der Analyse gefundenen 18·5 Procent; die Menge der gebundenen Thonerde muss daher statt 16 Procent nur 15·3 Procent betragen. Folglich besteht das Gestein aus 19 Procent Korund und 81 Procent Alkalifeldspathen, Biotit u. a.

Beide Gesteine enthalten bedeutende Mengen Natron (3·7 Procent, respective 4·8 Procent); die Molecularverhältnisse $K_2O : Na_2O$, die in Tabelle XXVII angeführt sind, zeigen, dass Natron vor Kali vorherrscht (in beiden Fällen um 0·1). Dieser Umstand hat eine grosse Bedeutung, wenn wir uns erinnern, dass Natron-Alumosilicatmagmen fähig sind, freie Thonerde zu lösen und bei der Krystallisation wiederum auszuscheiden im Gegensatz zu den reinen Kalimagmen, die dieser Eigenschaft entbehren (vergl. Abschnitt II, 4, Versuch 8).

Die beiden Gesteine gehören zu den fast reinen Alkali-Alumosilicatmagmen, die mit Thonerde übersättigt sind. Nach der oben festgestellten Regel muss sich aus solchen Magmen ein Ueberschuss an Thonerde nur in Form von Korund ausscheiden, da sie weniger als 0·5 Procent Magnesia und etwas weniger als 6 Theile Kieselsäure in Betreff der Alumosilicatbasen enthalten. So bestätigen auch diese natürlichen Magmen ganz positiv die Richtigkeit unserer im Abschnitt II dargelegten Ausführungen. Sie gehören zu einem mit Thonerde übersättigten Syenittypus und ergeben bei der Krystallisation Korundsyenit und bei besonderen Bedingungen ein Ganggestein, welches wir als Korundpegmatit benannt haben.

Bemerkenswert ist, dass alle oben beschriebenen Gesteine in dem Ilmengebirge und seinen nördlichen Ausläufern zutage treten, zu denen man im Einverständnis mit Prof. Karpinsky sowohl die oben erwähnte Ssobatschja Gora, wie auch das Borsowkagebiet, Nikolskaja Ssopka, die Wischniowyjaberge u. s. w. zählen muss. Alles das ist eine Kette von Erhebungen, welche, von S nach N ziehend, stellenweise denudirt und erloschen (z. B. bei Kyschtym), in geologischer Hinsicht eine einheitliche Granit-Gneissbildung darstellt. In Stock- und Gangform lagern in ihr die für diese ganze Zone charakteristischen Gesteine: Eläolithsyenit oder sogenannter Miaskit[1]), Korundpegmatit, Korundsyenit und Kyschtymit. Wie Granit

[1]) Dieses von 22·3 bis 23·6 Procent Al_2O_3, 0·5 bis 2 Procent CaO, 6·3 bis 8·4 Procent Na_2O, 5·1 bis 6·2 Procent K_2O, 52 bis 56·3 Procent SiO_2 u. s. w. enthaltende Gestein gehört zu den gesättigten (im jetzigen Zustande sogar übersättigten)

Digitized by Google

und Syenit, die die hauptsächlichsten petrographischen Elemente dieses Höhenzuges bilden, so gehört auch Miaskit zu den mit Thonerde gesättigten Alumosilicatmagmen. Bei der Spaltung des „Urmagma" in diese Gesteine konnten sich daher leicht kleine, schlierenähnliche, mit Thonerde übersättigte Antheile und Anhäufungen bilden, welche darauf bei der Krystallisation den Ueberschuss an Thonerde in Form von Korund, respective Korund und Spinell ausgeschieden haben.

So sehen wir, dass im Ural sowohl „basische" als auch „saure" Alumosilicatgesteine vorkommen, die als Hauptbestandtheil freie Thonerde enthalten. Da diese Gesteine dabei eine ganz bestimmte geologische Rolle spielen, indem sie in dem granitisch-syenitischen Bergzuge von Ilmen Stöcke und Gänge bilden, so müssen wir sie infolgedessen als selbständige petrographische Einheiten oder Gesteine anerkennen. Daraus geht jedoch hervor, dass in der petrographischen Systematik den mit Thonerde übersättigten Alumosilicatmagmen eine besondere Stelle angewiesen werden soll, wie das mit den mit Kieselsäure übersättigten Magmen, das heisst den Quarz enthaltenden, bereits geschehen ist.

5. Systematischer Ueberblick der Alumosilicatmagmen.

Der Haupttheil der massigen, das Skelet der Erdrinde darstellenden Gesteine gehört zu den Magmen des Alumosilicattypus (Feldspath-, Nephelin, Leucit- und andere Gesteine), das heisst zu solchen, bei denen der Alumosilicatkern die wichtigste Rolle spielt. Den der Quantität nach hauptsächlichsten chemischen Bestandtheil dieser Magmen bildet Kieselsäure (SiO_2) und darauf die Thonerde (Al_2O_3), die weniger als die anderen Theile durch ihnen äquivalente Verbindungen, wie Titansäure (TiO_2) und Eisenoxyd (Fe_2O_3), ersetzt werden können; sie erscheinen folglich in den Alumosilicatmagmen als die beständigsten und wichtigsten Componenten, während die Basen ebenso vom Typus MeO ($Me = Ca, Mg, Fe, Mn..$) wie auch Me_2O ($Me = K, Na, Li..$) sehr leicht einander ersetzen, und daher ist ihre Quantität sowohl in der Zusammensetzung der gesteinsbildenden Minerale, als auch in den Gesteinen selbst grossen Schwankungen

Alumosilicatmagmen. Vergleiche seine Analysen bei A. Karpinsky, Versant oriental de l'Oural d'Ourjom à Ekathérinebourg, pag. 22. Guide des Excursions du VII. Congrès géologique internationale, St. Pétersbourg 1897.

Digitized by Google

unterworfen. Ferner bestehen zwischen SiO_2 und Al_2O_3 noch zwei Analogien: 1. beide vermögen sie Alumosilicatmagmen zu übersättigen, das heisst sich in freier Form aus ihnen auszuscheiden, und 2. beide können sie die chemische Rolle von Säuren spielen, wie das unter anderem aus den Experimentaluntersuchungen Thugutt's[1]) und den theoretischen Betrachtungen Wernadskij's[2]) ersichtlich ist. Infolgedessen müssen Kieselsäure und Thonerde in den Gesteinen, in welchen sie sich als Minerale in freier Form ausgeschieden haben, auch eine analoge systematische Bedeutung haben. Diese Analogie ist sehr klar und einfach: wie der Granit ein mit Kieselsäure übersättigtes Alumosilicatmagma ist, so ist der Korundsyenit dasselbe, aber nur mit Thonerde übersättigte Alumosilicatmagma; eine ebensolche Analogie existirt beispielsweise zwischen dem Dacit und Cordieritandesit oder Cordierit-Vitrophyrit Molengraaff's u. s. w.

Mit SiO_2 übersättigte Alumosilicatmagmen trifft man in der Natur unvergleichlich häufiger als ebensolche mit Al_2O_3 übersättigte Magmen. Ungeachtet dessen muss die petrographische Systematik sowohl diese wie jene — kraft ihrer theoretischen Vollkommenheit und der unzweifelhaften Existenz der Magmen beider Typen — umfassen. Wenn das bis jetzt nicht geschehen ist, so lag es nur daran, dass das Vorkommen der Gesteine, welche als Haupt- und Primärbestandtheil freie Thonerde enthalten, in der Natur grösstentheils der Aufmerksamkeit der Petrographen entgangen ist. Von dem von uns erwählten chemischen Gesichtspunkte aus können wir alle Alumosilicatmagmen in zwei grosse analoge Gruppen, deren jede in drei Typen zerfällt, eintheilen:

Gruppe *A*.

1. Mit Al_2O_3 übersättigte Magmen,
2. „ „ gesättigte Magmen,
3. „ „ nicht gesättigte Magmen;

Gruppe *B*.

1. Mit SiO_2 übersättigte Magmen,
2. „ „ gesättigte Magmen,
3. „ „ nicht gesättigte Magmen.

---

[1]) St. Thugutt, Zur Chemie einiger Alumosilicate. N. J. f. M., 1895. B.-B. IX.

[2]) W. Wernadskij, Ueber die Sillimanitgruppe, sowie die Rolle der Thonerde in Silicaten. Moskau 1891 (russisch).

Digitized by Google

Es ist klar, dass die Typen 2 in beiden Gruppen untereinander identisch sind, denn z. B. ein Syenit- oder Trachytmagma, das mit SiO_2 gesättigt ist, ist gleichzeitig auch mit Al_2O_3 gesättigt. In der unten folgenden Charakteristik der vorgeschlagenen chemischen Typen von Alumosilicatmagmen wollen wir daher sie zusammen in Betracht ziehen; die Gesammtzahl der Typen wird also fünf gleichkommen.

1. Mit Thonerde übersättigte Alumosilicatmagmen; die Magmen von diesem Typus scheiden bei der Krystallisation den ganzen Thonerdeüberschuss als Korund oder Spinell aus. Unter ihnen lassen sich noch zwei weitere Abtheilungen unterscheiden: *a)* mit Alkalifeldspathen — wie z. B. der Korundsyenit; und *b)* mit Kalknatron- oder Kalkfeldspathen, wie z. B. Kyschtymit.

2. Mit Kieselsäure übersättigte Alumosilicatmagmen; sie haben die Fähigkeit, bei voller Krystallisation die Kieselsäure in freier Form als Quarz (oder Tridymit) auszuscheiden; hieher gehören: *a)* Granite, Liparite (Rhyolithe); *b)* Quarzdiorite, Dacite u. a.

Zwischen den Magmen 1 und 2 können Uebergangstypen existiren und sind solche in der That beobachtet worden. Es sind das mit Al_2O_3 und SiO_2 gleichzeitig übersättigte Alumosilicatmagmen; der Thonerdeüberschuss scheidet sich aus ihnen als Sillimanit oder Cordierit (mit Korund und Spinell oder ohne diese) aus. Hieher gehören die von Molengraaff und Osann beschriebenen Cordieritandesite und auch die Granite und Dacite von den Molukken (nach Schröder van der Kolk), einige ungarische Trachyte und Rhyolithe u. s. w.

3. Zu den gleichzeitig mit Thonerde und Kieselsäure gesättigten Alumosilicatmagmen gehören: *a)* die Glimmersyenite, Trachyte; *b)* einige Biotitdiorite und Biotitandesite. Unter den Krystallisationsproducten dieser Magmen haben eine ausschliessliche oder Hauptbedeutung die Alumosilicate; die reinen Metasilicate und Orthosilicate sind ihnen völlig untergeordnet oder fehlen gänzlich.

4. Mit Thonerde nicht gesättigte Alumosilicatmagmen sind solche Magmen, welche noch eine gewisse Quantität Thonerde aufnehmen könnten, ohne dieselbe in freier Form bei der Krystallisation auszuscheiden. Diese Magmen enthalten zugleich mit den Alumosilicaten — Meta- und Orthosilicate, deren Quantität im allgemeinen der Gesammtmenge von Thonerde umgekehrt proportional ist. Hieher gehören die Diabasgesteine, Basalte (in der ersten Linie Melilith-

Digitized by Google

basalte) und auch die theils oder vollständig der Thonerde ermangelnden Pyroxenite u. s. w. Alle diese „basischen" Magmen sind gleichzeitig auch mit SiO_2 nicht gesättigt.

5. Mit Kieselsäure nicht völlig gesättigte Alumosilicatmagmen heissen von unserem Gesichtspunkte solche Magmen, die fähig sind, eine gewisse Menge SiO_2 (bis zur Sättigung) in sich aufzulösen ohne abermalige Ausscheidung bei völliger Krystallisation. Hieher gehören von den in der Natur vorkommenden Magmen: Eläolithsyenite, Phonolithe, einige Nephelinite, Leucitite u. s. w.

Die Typen der Magmen 4 und 5 sind nicht identisch: Biotit-Eläolithsyenite können mit Al_2O_3 gesättigt und mit SiO_2 nicht völlig gesättigt sein; ebenso wie einige Nephelinite als mit Al_2O_3 gesättigt und mit SiO_2 nicht gesättigt auftreten u. s. w. Ueberhaupt, je reicher an Alumosilicaten vom Typus $MeO \,.\, Al_2O_3 \,.\, 6\,SiO_2$ das mit Al_2O_3 gesättigte Magma ist, desto näher steht es den theoretisch mit SiO_2 gesättigten Magmen.

Es ist ersichtlich, dass das oben angeführte Schema alle sowohl bereits bekannten Typen von Alumosilicatmagmen, als auch die in sich fasst, welche mit der Zeit vielleich in grösserer Anzahl entdeckt werden. Letztere gehören hauptsächlich zur Gruppe *A*, d. h. zu den in der Erdrinde wenig verbreiteten, Korund, Spinell, Sillimanit und Cordierit führenden effusiven Gesteinen.

Schlusswort.

Indem ich die Darlegung der Resultate meiner Experimentaluntersuchungen beschliesse oder richtiger abbreche, halte ich für nicht überflüssig, die wichtigsten derselben noch einmal in Kürze in einer für eine schnellere Uebersicht bequemeren Form zusammenzustellen. Erstens führe ich die auf synthetischem Wege von mir erhaltenen Minerale und ihre chemische Zusammensetzung, soweit diese untersucht werden konnte, an; ferner werden die künstlich dargestellten Mineralcombinationen oder Gesteine mit ihrer mikroskopischen Structur angeführt werden; endlich will ich mich bemühen, aus dem Vorhergehenden diejenigen Thatsachen, welche den Process der Magmakrystallisation, das heisst die Reihenfolge der Ausscheidung von Mineralen aus demselben betreffen, auszuziehen; und in wenigen

Digitized by Google

Schlussworten nur werde ich die vom geologischen Standpunkte wichtige Frage von der sogenannten Magmaspaltung berühren, indem ich mich nur darauf beschränke, auf die Facta, welche diese Frage vielleicht zum Theil aufklären können, hinzuweisen.

A. In „trockenen" Silicatmagmen erhaltene Minerale.

I. Freie Oxyde.

1. Korund (II, 3, 5).[1])
2. Hämatit (II, 8).
3. Titaneisen (VI, 3).
4. *Quarz (V, 1).
5. Tridymit (V, 1).
6. Prismatische Varietät SiO_2 (V, 1).

II. Aluminate und Ferrite.

7. Spinell: $MgAl_2O_4$ (II, 4).
8. Chlorospinell: $8\,MgAl_2O_4 . MgFe_2O_4$ und $13\,MgAl_2O_4 . MgFe_2O_4$ (II, 3, 5).
9. Pleonast, Ceylanit: $7\,MgAl_2O_4 . 2\,FeAl_2O_4$ und $4\,MgAl_2O_4 . 2\,(Fe, Mn)\,Al_2O_4 . {}^1/_4\,FeFe_2O_4$ (II, 3, 5).
10. Hercynit: $4\,FeAl_2O_4 . MgAl_2O_4$ (II, 3, 5).
11. Magnoferrit (VII, 1).
12. Magnetit (II, 8).

III. Silicate.

13. Sillimanit (II, 4).
14. Cordierit (II, 6).
15. Olivin, Forsterit, Fayalit, Monticellit (VI, 2, 3; VII, 2—5). Olivinknollen (VI, 2; VII, 5).
16. Enstatit: $5{}^1/_8\,[(Mg, Fe, Ca)\,SiO_3] . (Mg, Ca)\,(Al, Fe)_2\,SiO_6$ (III, 1; VI, 2).
17. Hypersthen (VII, 1).
18. Augit: $5{}^6/_{10}\,[(Ca, Mg, Fe)\,SiO_3] . Mg\,(Al, Fe)_2\,SiO_6 . {}^3/_{10}\,Na_2\,(Al, Fe)_2\,Si_4O_{12}$ (III, 2; VI, 3).
19. Monokliner Pyroxen: $5\,[(Ca, Mn, Mg, Fe, Na_2)\,(Fe, Al)_2\,SiO_6] . 4\,CaSiO_3$ (III, 3; VI, 4).

[1]) Die in Klammern stehenden Ziffern bedeuten die Abschnitte und Paragraphe, in welchen der betreffende Versuch beschrieben ist.

Digitized by Google

20. Alkaliaugite: $1^1/_5\ Na_2\ (Fe, Al)_2\ Si_4O_{12} \cdot 4^1/_5\ [(Ca, Mg, Fe, Na_2)\ SiO_3]$ und $1^1/_2\ [(Na_2, Ca)\ (Al, Fe)_2\ Si_4O_{12}] \cdot 2^3/_4\ [(Ca, Mg, Fe)\ SiO_3]$ (III, 4; VI, 1).
21. Stark preochroitischer grüner Augit (VI, 3).
22. Diopsid (III, 5).
23. Wollastonit: $CaSiO_3$ (III, 5).
24. *Biotit (V, 1); Lepidomelan (VIII, 2).
25. *Sanidin (V, 1).
26. Labrador (VI, 2; VII, 1 u. a.).
27. Anorthit (Bytownit): Ab_1An_6 (IV, 5; VII, 5; VIII, 2 u. a.).
28. Melilith (VII, 4).
29. Nephelin (VIII, 1—2).
30. Hauyn (IV, 2; VI, 4).

Die mit * bezeichneten Minerale wurden in einem 1 Procent Wolframsäure enthaltenden Liparitmagma dargestellt.

B. Durch Krystallisation in geschmolzenem schwefelsauren Natrium und Chlornatrium gewonnene Minerale.

31. Nosean: $3\ (Na_2Al_2Si_2O_8) \cdot Na_2SO_4$ (IV, 1).
32. Sodalith: $3\ (Na_2Al_2Si_2O_8) \cdot 2\ NaCl$ (IV, 3).
33. Sodalith: $2\ (Na_2Al_2Si_2O_8) \cdot NaCl$ (IV, 3).
34. Lagoriolith: $(Na_2, Ca)_3\ Al_2Si_3O_{12}$ (IV, 4).

Die unter A aufgezählten Minerale bilden in den Schmelzen verschiedene Gemische, welche meist den analogen, in Natur vorkommenden Mineralcombinationen, d. h. Gesteinen entsprechen. Gemäss dem im Abschnitt VIII, 5 Dargelegten, theile ich in untenfolgender Zusammenstellung die Schmelzen in zwei Gruppen: die erste umfasst Magmen, welche mit Thonerde gesättigt oder nicht völlig gesättigt sind, die zweite mit Thonerde übersättigte Magmen. Zugleich mit der Benennung der künstlich dargestellten Mineralcombinationen sind ihre mikroskopischen Structuren angeführt.

I. Mit Thonerde gesättigte und nicht gesättigte Magmen.

Benennung	Structur
1. Liparit (mit SiO_2 übersättigt). . . .	schlierig (Fig. 2, T. VI).
2. Basaltobsidian . .	sphärolithisch (Fig. 2—3, T. I).

Digitized by Google

Benennung	Structur
3. Enstatitbasalt. . .	1. Stadium: intersertalglasig (Fig 1, T. IV). 2. Stadium: mikroporphyrisch (Fig. 2, T. IV).
4. Magmabasalt. . .	mikroporphyrisch (Fig. 4, T. IV).
5. Augitit	hyalopilitisch (Fig. 3, T. IV).
6. Melilithbasalt. . .	mikroporphyrisch und körnig.
7. Hauynophyr . . .	intersertalglasig.
8. „Theoretischer" Hauynbasalt	1. Stadium: intersertalglasig (Fig. 4, T. V). 2. Stadium: körnig.

II. Mit Thonerde übersättigte Magmen.

9. Cordieritandesit (zugleich mit SiO_2 übersättigt). . . .	glasig, mikroporphyrisch (Fig. 2, T. III).
10. Spinellbasalt . . .	ophitisch (Fig. 6, T. IV).
11. Feldspathbasalt, spinellführend	mikroporphyrisch und divergentstrahlig (Fig. 1 u. 2, T. V).
12. Nephelinbasalt, korundführend . .	intersertalglasig (Fig. 3, T, VIII).
13. Melilithbasalt, spinellführend . .	mikroporphyrisch (Fig. 1, T. VI).
14. Korundnephelinit	intersertalglasig
15. Korundführende Anorthit-Nephelinschmelzen	mikroporphyrisch (Fig. 1—2, T. VII), divergentstrahlig (Fig. 5, T. V), trachytisch.

Wir sehen folglich, dass man durch unmittelbares Schmelzen der Bestandtheile fast alle Typen von Alumosilicatgesteinen, welche in ihrer Zusammensetzung verschiedene Pyroxene und Olivine enthalten, mit Korund, Spinell, Cordierit und dergleichen oder ohne dieselben wiederherstellen kann. Sogar Liparit-Trachytmagmen sind bei „trockenem" Schmelzen in Quarz, Sanidin und Biotit zu zerfallen fähig, wenn sie auch nur kleine Mengen Wolframsäure (etwa 1 Procent), dessen chemische Rolle in diesem Processe noch dunkel bleibt, enthalten. Wenn es uns noch gelingen sollte, Schmelzen darzustellen, die mit den Alumosilicaten gleichzeitig Hornblende enthielten, so hätten wir eine vollständige Reihe künstlich nachgeahmter Mineralcombinationen, die man nach Rosenbusch's Vorgange als „neovulcanische Laven" zu bezeichnen pflegt. Sie erinnern an die Producte

Digitized by Google

vulcanischer Thätigkeit nicht nur nach ihrer chemischen und mineralogischen Zusammensetzung, sondern auch nach ihrer Structur.

Aus den im zweiten Theile dieser Arbeit aufgeführten Beobachtungen lässt sich schliessen, dass die Schmelzen fähig sind, in Abhängigkeit von verschiedenen Krystallisationsbedingungen und von ihrer chemischen Zusammensetzung verschiedene Structuren anzunehmen. So bildet sich z. B. eine sphärolithische Structur bei sehr starker Uebersättigung der Schmelze mit irgend einer einzigen Verbindung und bei schneller Erkaltung. Zur porphyrischen Structur ist ebenfalls eine starke Uebersättigung nöthig, aber zugleich auch langsame Krystallisation. Die Bildung einer intersertalglasigen Structur hängt hauptsächlich von einer schnellen, durch scharfen Temperaturniedergang hervorgerufenen Krystallisation ab. Setzt man einige Schmelzen bei niedriger Temperatur (etwa 500—600° C.) lange der Glühhitze aus, so ruft das die Bildung einer körnigen Structur ohne Glasbasis hervor, mit xenomorphen, abgerundeten Ausscheidungen und Gleichmässigkeit ihrer Grösse; dasselbe Magma ergibt in höherer Temperatur eine mikroporphyrische Structur. Die an Alkali reichen Schmelzen zeichnen sich gewöhnlich durch eine glasige oder intersertalglasige Structur aus, die an alkalischen Erden reichen im Gegentheil durch sehr hohe Krystallisationsfähigkeit. Ueberhaupt erscheint die Structur der Schmelze als das Resultat äusserer Krystallisationsbedingungen und ihrer chemischen Zusammensetzung sowohl in qualitativem wie auch in quantitativem Sinne.

Was den Process der Krystallisation selbst, d. h. die Reihenfolge der Mineralausscheidung aus dem Magma anlangt, so konnten wir uns wiederholt überzeugen, dass sie nicht von irgend einem Factor allein abhängt, z. B. von der „Schmelzbarkeit" (Fouqué und M. Lévy) oder von der „Acidität" der Silicate (Rosenbusch), sondern als das Resultat einiger zusammenwirkenden Momente, unter welchen einer von den wichtigsten ist — das Verhältnis zwischen den Quantitäten der in der Lösung vorhandenen Verbindungen. Eine und dieselbe Verbindung kann sich bei identischen Bedingungen früher oder später als eine andere (wir sprechen vom Beginn der Krystallisation) ausscheiden, gemäss ihrer Menge. Da diese Verhältnisse in verschiedenen Magmen

Digitized by Google

grossen Schwankungen unterworfen sind und da diese Magmen eine sehr complicirte Silicatlösung darstellen, so muss begreiflicherweise die Krystallisationsfolge der Minerale, allgemein gesagt, in verschiedenen Magmen — verschieden sein. Doch wird dieses Moment (d. h. die Substanzmenge) mit einem zweiten nicht minder wichtigen combinirt, nämlich mit der individuellen Fähigkeit der Substanz, übersättigte Lösungen zu bilden oder mit ihrer Löslichkeit im Magma. Je leichter die gegebene Verbindung eine übersättigte Lösung bildet, d. h. je schwerer sie im Magma löslich ist, desto schneller scheidet sie sich aus demselben aus. Daher scheiden sich einige Verbindungen, die sehr leicht übersättigte Lösungen bilden, früher als andere aus, selbst wenn sie in sehr geringer Quantität in der Lösung vorhanden sind. Zu solchen Substanzen gehören z. B. Thonerde, Aluminate, einige Magnesiasilicate u. s. w. Andere Verbindungen, deren Löslichkeit im Magma nicht besonders stark variirt, wie z. B. Plagioklase und Pyroxene, werden sich in Abhängigkeit von ihrer Menge, d. h. bald früher, bald später ausscheiden. In an Plagioklas reichen Schmelzen scheidet sich dieser früher als der Augit aus (vergl. VII, 1, 4); in Schmelzen aber, welche in vorherrschender Menge Metasilicate enthalten (vergl. VI, 2, 3), begann die Pyroxenbildung bedeutend früher als die Ausscheidung der Plagioklase. Da die verschiedenen Pyroxene sich in ihrer chemischen Zusammensetzung sehr stark unterscheiden, so vollzieht sich auch ihre Krystallisation aus dem Magma bei im übrigen gleichen Bedingungen zu verschiedener Zeit: die an Metasilicat $MgSiO_3$ reichen rhombischen Pyroxene scheiden sich immer früher als monokliner Augit aus.

Auf die Ausscheidung einiger Verbindungen, z. B. des Magnetits, übt die Temperatur einen wesentlichen Einfluss aus: dieses Mineral sättigt, wie es scheint, sehr schwer ein Magma bei einer höheren Temperatur als 1000°, wenigstens scheidet es sich in den untersuchten Schmelzen grösstentheils nach dem Olivin aus; Anorthit krystallisirt in einer höheren (1000° und darüber) Temperatur leichter als in einer niedrigeren (z. B. ca. 700°). Das Magma stellt eine gemischte Lösung verschiedener Verbindungen vor, welche stufenweise, gemäss dem Temperaturniedergang krystallisiren. Infolgedessen ändern sich die Verhältnisse zwischen seinen schon ausgeschiedenen Bestandtheilen und der Lösung beständig; mit dem Krystallisationsgange ändern sich auch die Quantitätsverhältnisse zwischen den in

Digitized by Google

der Lösung selbst gebliebenen Substanzen. Daher geht die Ausscheidung einiger, in ihrer Zusammensetzung mit anderen Verbindungen gemeinsame Elemente aufweisender Minerale stufenweise und während der ganzen Krystallisationszeit der Schmelze vor sich, wie wir das mehrmals beim Magnetit, welcher sich bald früher als Augit und Plagioklas, bald später als diese ausscheidet, gesehen haben (vergl. II, 8).

So erscheint die Frage von der Ausscheidungsfolge der Minerale aus dem Magma recht complicirt und allgemein wenig geklärt. Nur das eine bleibt ausser jedem Zweifel, dass ein Mineral aus seiner übersättigten Lösung auskrystallisirt; wo aber die Grenze dieser Sättigung oder Uebersättigung bei einem gegebenen Druck und Temperatur ist, bleibt in der Mehrzahl der Fälle unbekannt. Aus Abschnitt II dieser Untersuchung ist ersichtlich, dass wir experimentell die Quantitätsbedingungen der Ausscheidung einiger Minerale aus dem Magma ganz genau feststellen können. Wenn die Methoden der chemischen Petrographie reicher und vollkommener bearbeitet sein werden, wird man mit der Zeit durch Versuche auch für andere gesteinsbildende Minerale ähnliche Bedingungen ausfindig machen können und den Weg zur Entdeckung allgemeiner, die Krystallisation regierender Gesetze bahnen. Bis zu diesem Zeitpunkte müssen wir uns auf einzelne empirische Beobachtungen und Versuche beschränken, indem wir sie nach Möglichkeit unter einfachen, aber genau bestimmten Bedingungen ausführen.

Die Betrachtung der in den vorausgehenden Abschnitten beschriebenen Schmelzen hat uns in dieser Beziehung zu folgenden speciellen Resultaten geführt.

1. Korund, Spinell, Sillimanit und Cordierit. Diese in genetischer und chemischer Hinsicht nahe zusammenhängenden Minerale scheiden sich aus mit Thonerde übersättigten Alumosilicatmagmen früher als andere aus. Es ist dabei sehr bemerkenswert, dass Spinell, Sillimanit und vielleicht auch Cordierit aus der Lösung vor dem Korund ausfallen. Die Quantitätsbedingungen der Ausscheidung genannter Minerale sind im Abschnitt II, 4, 6 ausführlich dargelegt.

2. Magnetit fällt in einer 1000° nicht übersteigenden Temperatur gemäss der Uebersättigung der Lösung mit Eisenoxyden und der Ausscheidung anderer eisenhaltigen Verbindungen aus; er beginnt

Digitized by Google

daher bald vor Augit und Plagioklas, bald nach diesen, in Abhängigkeit von seiner Menge, auszukrystallisiren.

3. Die verschiedenen Orthosilicate vom Typus Me_2SiO_4 (Forsterit, Olivin u. s. w.) treten als früheste Ausscheidungen aus dem mit Thonerde nicht übersättigten Magma auf.

4. Rhombischer Pyroxen (Enstatit, Hypersthen) scheidet sich früher als monokliner Augit aus, falls das Molecularverhältnis der Magnesia (und des Eisenoxyduls) zum Kalk annähernd drei oder mehr beträgt.

5. Die Krystallisationszeit des Augit ist grossen Schwankungen unterworfen, in Abhängigkeit von seiner Masse und chemischen Zusammensetzung, das heisst von seiner individuellen Fähigkeit, das Magma zu übersättigen; er scheidet sich daher bald vor dem Hauyn und Anorthit (VI, 4), bald nach den Plagioklasen (VII, 1) aus. Falls in dem Magma rhombischer Pyroxen vorhanden, so beginnt der Augit sich nach ihm auszuscheiden, wenn die Lösung an Magnesia ärmer und an Kalk reicher wird.

6. Wenn in der Schmelze Hauyn (33%) vor Anorthit (23%) vorherrscht, so scheidet sich ersterer früher als letzterer aus.

7. Melilith bildet sich nach dem Olivin und gleichzeitig mit dem Anorthit in Alumosilicatmagmen, in denen das Verhältnis der Basen (vorzugsweise CaO) zur Thonerde grösser als 1 ist.

8. Die Bildung der Plagioklase (Anorthit, Labrador) beginnt nach Ausscheidung des Olivins, in vielen Fällen auch nach dem Augit in Abhängigkeit von ihrer Masse.

9. Nephelin stellt eine der letzten Ausscheidungen des Magma dar; er krystallisirt nach den Plagioklasen aus und bildet für dieselben bisweilen eine Art von „Mesostasis".

10. Die Glasbasis, welche eine unkrystallisirte feste Lösung, einen Magmarest darstellt, hat in mehreren Fällen die Zusammensetzung des „normalen" Glases (III, 5; VI, 4).

An dieser Zusammenstellung ist leicht zu ersehen, dass die Ausscheidungsfolge der Minerale aus künstlich dargestellten Magmen sich im allgemeinen mit dem Schema von Prof. Lagorio[1]) deckt, welches er auf Grund seiner Beobachtungen und Untersuchungen an eruptiven Gesteinen aufgestellt hat.

[1]) A. Lagorio, l. c. pag. 521.

Digitized by Google

Es erübrigt noch, in wenigen Worten die Frage von der „Magmaspaltung" zu berühren. Die verschiedenen hierauf bezüglichen Theorien und Hypothesen (von Bunsen, Sartorius von Waltershausen, Scrope, Durocher, Roth, Rosenbusch und anderen) will ich hier weder anführen noch mich mit ihnen auseinandersetzen, da sie in der neuen Ausgabe des Werkes von Prof. Zirkel[1]) ausführlich und meisterhaft dargelegt sind. Ich will nur bemerken, dass auf Grund der geologischen Arbeiten von Brögger und Lagorio die Hypothese von dem Zerfall eines primären Magmas (eines „Urmagmas") in viele, chemisch verschiedenartige — mir wahrscheinlicher erscheint, als die Hypothese der Magmenvermischung Bunsen's. Wenigstens ist für einige geologisch genauer untersuchte Gegenden (die Umgebung von Kristiania, Predazzo in Tirol, die Krim) von den genannten Gelehrten festgestellt, dass die eruptiven Gesteinsmassen die Fähigkeit besitzen, sich in einzelne, chemisch voneinander unterschiedene Magmen zu spalten, welche in Form eines Hauptmassivs und dasselbe begleitender Lakkolithe und Gänge erstarren. Die Zusammensetzung des primären Magmas ist der Summe der Bestandtheile der Secundärmagmen, die sich durch seine Spaltung gebildet, gleich. Was die unmittelbaren, die Differenzirung hervorrufenden Ursachen betrifft, so bleiben sie so gut wie völlig unbekannt. Prof. Lagorio[2]) äusserte unlängst die Ansicht, dass „die Spaltung des Urmagmas in einzelne Magmen unzweifelhaft denselben Gesetzen unterworfen sein müsse, wie sie im allgemeinen die gemischten Lösungen beherrschen". Diese scharfsinnige und äusserst wahrscheinliche Voraussetzung kann natürlich nur durch dementsprechende Versuche bewiesen werden, die aber bis jetzt nicht vorhanden sind. Vielleicht sind die unten folgenden wenigen Beobachtungen imstande, einiges Licht in dieses dunkle Gebiet unserer Wissenschaft zu werfen.

Auf den vorhergehenden Seiten hatte ich wiederholt Gelegenheit, die Fälle hervorzuheben, in denen sich die Schmelzen durch eine bemerkenswerte und scheinbar unerklärbare Ungleichmässigkeit auszeichneten. Ungeachtet dessen, dass die zum Schmelzen vorbereiteten Mischungen sorgfältigst durchgemischt und durchgesiebt wurden,

[1]) F. Zirkel, l. c. Bd. I, pag. 658—671.

[2]) A. Lagorio, Die Frage nach den Ursachen der Verschiedenartigkeit der Eruptivgesteine. Protokolle des Warschauer Naturforschervereines. Sitzung vom 1. Mai 1897, pag. 11 (russisch).

Digitized by Google

liessen sich doch in einigen Schmelzen Antheile bemerken, welche sich nach ihrer mineralogischen und chemischen Zusammensetzung scharf hervorhoben und bisweilen nach ihrer Färbung mit blossem Auge zu beobachten waren. Diese Erscheinung kann man nicht immer durch ein ungleichmässiges Schmelzen der Mischung erklären, denn die abgesonderten Theile nahmen bisweilen die Mitte der Schmelze ein oder wechselten mit einander in der Form von Schlieren ab (V, 1). Durch eine besonders scharf ausgedrückte Ungleichmässigkeit zeichneten sich die an alkalischen Erden reichen Schmelzen aus. In einer von ihnen bildete sich eine grosse Olivinconcretion im Centrum, welche von einer Alumosilicatmasse umgeben war (VII, 5); in einer anderen bemerkt man zwei verschiedene, nebeneinander liegende Theile: der eine besteht aus Melilith, Olivin und Spinell, der andere aus Anorthit und Augit (VII, 4). Oben war auch der Eigenthümlichkeit des Olivins, kugelförmige Concretionen — Knollen — zu bilden, Erwähnung gethan (VI, 2; VII, 5). Eine Erscheinung anderer Art lässt sich in natronreichen und leicht schmelzbaren Magmen beobachten. Bei einer grossen, 100pfündigen Masse, die vorzüglich aus einem Alkaliaugit bestand (VI, 1), liess sich ein scharfer Unterschied in dem specifischen Gewichte ihrer unteren (2·996) und oberen (2·634) Theile constatiren; in dem ersteren häuft sich in grosser Menge Magnetit an, der im letzteren fehlt. Eine ganz analoge Erscheinung — die Bereicherung der unteren Schichten des Glases durch seine schwereren Bestandtheile — wird auch in Siemens'schen Fabriksöfen beobachtet, in denen das Schmelzen von Glas das runde Jahr unaufhörlich vor sich geht: an dem unteren Horizonte der *Ca-Na*-Glasmasse häuft sich in solchem Ueberflusse Kalk an, dass er zur Entglasung führt, d. h. zur Ausscheidung von Wollastonit und Diopsid (III, 5). Diese Erscheinung, die sich Jahr für Jahr wiederholt, zeigt, dass auch in gewöhnlichem Glase Processe vor sich gehen können, welche zu seiner Scheidung in Schichten nach dem specifischen Gewichte führen, wobei sich die unteren Horizonte mit Eisenoxyden, Kalk und Magnesia bereichern.

Die angeführten Beobachtungen werden durch Versuche über die Schmelzbarkeit einiger Gesteine, z. B. des Granits, unterstützt. Es wurde Granit vom Tatragebirge (Swinica) in einer Menge von ungefähr 2 Pfund geschmolzen; nach fünftägigem Glühen seiner groben Stücke an Stelle I und II des Canals wurde eine schwarze

Digitized by Google

glasige Masse erhalten, in deren oberem Theile noch ungeschmolzene, weisse, geborstene und zum Theile in Tridymit übergegangene Quarzkörner nachgeblieben waren (vergl. Fig. 1, Taf. I). Letztere sind offenbar leichter als das sie umgebende Glas und sind daher an die Oberniveaux gestiegen; der untere Theil der Schmelze ist von ihnen ganz frei. Das Glas hat in der ganzen Schmelze ein völlig homogenes Aussehen und gleichartige Farbe. Man hätte erwarten sollen, dass die Zusammensetzung des Glases in dem unteren Theile der Schmelze und in ihrem oberen, zwischen den ungeschmolzenen Quarzkörnern, eine und dieselbe sei; in Wirklichkeit verhält es sich aber ganz anders.

Tabelle XXVIII.

	52 Ob. Th.	53 Unt. Th.	54 Granit	Molecularverhältnisse
SiO_2 . . .	73·65	59·20	68·9	
Al_2O_3 . .	14·08	22·30	19·7	$Al_2O_3 : Fe_2O_3 : CaO : MgO : Me_2O =$
Fe_2O_3 . .	2·33	3·83	1·4	1·5 : 0·16 : 0·38 : 0·15 : 1 (52).
CaO . . .	1·94	3·71	1·2	1·8 : 0·28 : 0·54 : 0·25 : 1 (53).
MgO . . .	0·65	1·23	1·0	1·2 : 1·8 : 1·4 : 1·7 : 1 $(\frac{5}{5}\frac{3}{2})$.
K_2O . . .	2·61	3·26	2·7	
Na_2O . .	3·86	5·40	4·7	
	99·12	98·93	99·6	
Sp. Gew. (22° C.)	2·2384	2·484	2·716	

Die in Tabelle XXVIII angeführten Analysen beweisen, dass der obere Theil der Schmelze nicht nur an Kieselsäure reicher ist, sondern dass auch die Verhältnisse zwischen den Basen in ihm andere sind als in dem unteren Theile. Nehmen wir die moleculare Quantität der Alkalien $(K_2O + Na_2O = Me_2O)$ in beiden Theilen gleich eins. so ergibt sich, dass in dem unteren Theil Erdmetall- und Eisenoxyde bedeutend überwiegen; am meisten hat sich in ihnen der Gehalt an Fe_2O_3 vermehrt, nämlich 1·8mal, darauf an MgO 1·7mal, ferner an CaO 1·4mal; am wenigsten hat sich der untere Theil mit Thonerde (1·2mal) bereichert. Wenn sich der obere Theil nur durch einen Ueberfluss an ungeschmolzenem Quarz unterschiede, so müssten die in der dritten Reihe angeführten und durch Division der zweiten (53) durch die erste Reihe (52) erhaltenen Zahlen einander gleich sein,

Digitized by Google

was aber nicht der Fall ist (vergl. Tab. XXVIII, Molecularverhältnisse). Auch das specifische Gewicht des unteren Theiles ist um 0·1 grösser als das des oberen. Wir erhalten also beim Schmelzen von Granit eine glasige Masse, deren unterer Theil absolut und relativ mehr Eisenoxyde und Erdalkalien, aber weniger Kieselsäure und Alkalien enthält als der obere Theil. Diese Erscheinung lässt sich freilich durch eine ungleiche Schmelzbarkeit der Bestandtheile des Granits erklären, dessen Analyse[1]) unter 54 zur Vergleichung angeführt ist; augenscheinlich schmelzen die in ihm enthaltenen Alumosilicate: Biotit, Muscovit, Orthoklas und Plagioklas leichter und schneller als Quarz, der an die Oberfläche hinaufschwimmt. Ungeachtet dessen, dass die Schmelze sich gegen fünf Tage in flüssigem Zustand befand, ist sie dennoch ungleichartig geblieben; der Diffusionsprocess ging in ihr offenbar sehr langsam vor sich, umsomehr, da der untere Theil der Schmelze bedeutend dichter ist als der obere. Bemerkenswert ist jedoch der Umstand, dass sich sowohl im oben erwähnten Fabriksglase, von dessen ungleicher Schmelzbarkeit keine Rede sein kann, als auch hier auf dem Boden der Schmelzmassen Eisenoxyde, Magnesia und Kalk angehäuft haben. In die Augen fällt nämlich, dass es gerade die Basen: *FeO, MgO, CaO* sind, welche bei der Krystallisation früher als die übrigen Bestandtheile des Magmas in Silicatform ausfallen. Das ist wohl kaum ein zufälliges Zusammentreffen. Vielleicht hängt eine solche Zertheilung der Schmelze in Horizonte von verschiedener Dichte und chemischer Zusammensetzung von analogen Ursachen ab, welche einige Minerale zwingen, sich früher als andere auszuscheiden, wie das Prof. Lagorio voraussetzt. Die angeführten Beobachtungen sind jedoch zu wenig, dass wir, auf sie gestützt, irgendwelche Schlüsse ziehen und diese auf die Geologie anwenden könnten; sie weisen aber darauf hin, dass die Frage von der Spaltung der Magmen unzweifelhaft auf experimentellem Wege entschieden werden kann. Meine ferneren Untersuchungen werden sich auch auf dieses äusserst interessante und geologisch wichtige, bisher aber noch sehr dunkle Gebiet erstrecken.

[1]) Diese Analyse bezieht sich nicht auf dasselbe Handstück, welches zum Schmelzen gebraucht wurde, sondern auf einen ihm sehr ähnlichen Granit der Świnica benachbarten Ortschaft. Vergl. J. Morozewicz, Opis mikroskopowo-petrograficzny granitów tatrzańskich. Pamiętnik Fizyograficzny, T. IX, pag. 37. Warszawa 1889 (polnisch).

Digitized by Google

Abkürzungen.

Bull. soc fr. min. = Bulletin de la Société française de minéralogie, Paris.
C. r. = Comptes rendus hebdomadaire des séances de l'Académie des sciences etc., Paris.
N. J. f. M. = Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Stuttgart.
T. M. P. M. = Tschermak's Mineralogische und Petrographische Mittheilungen, Wien.
Z. d. d. g. G. = Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, Berlin.
Z. f. Kr. = Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie, Leipzig.

Erklärung der Tafeln.

Taf. I.

Fig. 1. Geschmolzener Granit aus der Tatra (Świnica). Unten reines Glas, oben ungeschmolzene und in Tridymit übergegangene Quarzkörner. Verklein. 2.

Fig. 2. Obsidianbasalt mit Augitsphärolithen. Verklein. 2.

Fig. 3. Theil einer grossen, 100 Pfund schweren Masse zusammen mit dem Tiegel. Unten ein Gemisch von Alkaliaugit und Magnetit, oben von Sphärolithen ebensolchen Augits und Glas. Verklein. 2.

Taf. II.

Krystalltypen von künstlichem Korund.

Fig. 1. Sechseckige Korundtäfelchen; längliche Sillimanitprismen. Aufgenommen von einem dünnen Blasenstück. Vergr. 240.

Fig. 2. Isolirte Korundkryställchen mit vieleckigem Pinakoid. Vergr. 60.

Fig. 3. Isolirte Korundkryställchen mit dreieckigem Pinakoid (unten); oben ein Dihexaeder. Vergr. 60.

Fig. 4. Isolirte Korundkryställchen mit vorherrschendem Rhomboeder (oben). Vergr. 60.

Fig. 5. Isolirtes Korundkryställchen von rhomboedrischem Typus. Vergr. 60.

Fig. 6. Isolirter Korundkrystall von dem Plattentypus. Vergr. 15.

Taf. III.

Fig. 1. Oktaeder von Chlorospinell in Glas. Vergr. 60.

Fig. 2. Cordieritandesit; Quer- und Längsschnitte von Cordierit, Verflechtungen von Augitmikrolithen, Spinellkörnchen u. a.; reichliche Glasbasis. Vergr. 60.

Fig. 3. Magnetitdendriten; oktaedrisches Gitter. Vergr. 60.

Fig. 4. Magnetitdendriten; dodekaedrisches Gitter. Vergr. 60.

Fig. 5. Magnetitdendriten; Endigungen der das Gitter bildenden Elemente. Vergr. 60.

Fig. 6. Intersertal von der Glasbasis zusammengeklebte Plagioklasprismen; Magnetitdendriten haben sich nur in der Basis ausgeschieden. Vergr. 60.

Digitized by Google

Taf. IV.

Fig. 1. Enstatitbasalt, erstes Stadium: Olivin, Enstatit, monokliner Pyroxen, Glasbasis. Vergr. 60.

Fig. 2. Enstatitbasalt, zweites Stadium; mikroporphyrische Structur: grössere Enstatitkrystalle in der Grundmasse, bestehend aus monoklinem Pyroxen, Labrador, Olivin, Magnetit u. a. Vergr. 60.

Fig. 3. Magmabasalt, erstes Stadium: Augit- und Magnetitmikrolithe in der Glasbasis (hyalopilitisch). Vergr. 60.

Fig. 4. Magmabasalt, zweites Stadium: grössere Augitausscheidungen mit Einschlüssen von Olivin und Magnetit; braune Grundmasse. Vergr. 60.

Fig. 5. Enstatitbasalt; unten „Olivinknolle". Vergr. 60.

Fig. 6. Olivinfreier Basalt, Ophitstructur: längliche Plagioklasprismen mit xenomorpher Augitmasse zusammengekittet; schwarze Spinell- und Magnetitkörner. Vergr. 60.

Taf. V.

Fig. 1. Feldspathbasalt: längliche Anorthitprismen mit Einschlüssen von Magnetit, Spinellkörner. Vergr. 60.

Fig. 2. Dasselbe in polarisirtem Lichte; gekreuzte Nicols.

Fig. 3. Hauyngranatoeder in der Glasbasis. Vergr. 240.

Fig. 4. „Theoretische" Hauynschmelze; längliche Pyroxenprismen, dazwischen Glasbasis mit Granatoedern von Hauyn. Vergr. 240.

Fig. 5. Anorthitnephelinschmelze: prismatische Anorthitausscheidungen, dazwischen hexagonale Nephelindurchschnitte und Basis mit Magnetit; Korundeinschlüsse im Anorthit und Nephelin. Vergr. 60.

Fig. 6. Melilithbasalt: Melilith mit nadelartigen Olivineinschlüssen; Pleonastkörner, dunkelbraune Grundmasse. Vergr. 60.

Taf. VI.

Fig. 1. Mikroporphyrische Structur: Anorthitprismen, dazwischen Grundmasse, bestehend aus Körnern von Augit, Magnetit u. a.; schwarze Pleonastkörner; Grundmasseeinschlüsse im Anorthit. Vergr. 60.

Fig. 2. Liparit: Schlierenstructur der Schmelze. Vergr. 15.

Fig. 3. Liparit: Anhäufung von Quarzdihexaedern. Vergr. 240.

Fig. 4. Tausendfach vergrösserte Quarzdihexaeder.

Fig. 5. Liparit: Anhäufung von Biotittäfelchen. Vergr. 240.

Fig. 6. Tausendfach vergrösserte Biotitkryställchen.

Taf. VII.

Fig. 1. Anorthit-Nephelinschmelze: grosse regelmässige Anorthitausscheidungen mit Spaltbarkeitsrissen, Zwillingsstreifung u. s. w.; in der Grundmasse Nephelin, Magnetitdendriten u. a.; gewöhnliches Licht. Vergr. 15.

Fig. 2. Dasselbe in polarisirtem Lichte, zwischen gekreuzten Nicols.

Digitized by Google

Taf. VIII.

Fig. 1. Kyschtymit: porphyrische Korundausscheidungen; körnige Grundmasse, bestehend aus Anorthit und Biotitblättchen; in dem letzteren Anorthiteinschlüsse. Vergr. 15.

Fig. 2. Kyschtymit. Grundmasse in polarisirtem Lichte: alle Anorthitkörner weisen polysynthetische Zwillingsstructur auf. Vergr. 60.

Fig. 3. Intersertalglasige Structur: längliche Plagioklas- und Olivinausscheidungen; dazwischen in dreieckigen Partien Glasbasis; Körner und Oktaeder von Spinell (Hercynit). Vergr. 60.

Wichtigere Druckfehler.

Pag. 43,	Zeile	2	von	oben	steht: mengen statt magmen.
„ 43,	„	3	„	„	„ Uebereinstimmung statt Uebereinstimmung.
„ 59,	„	9	„	unten	„ Sillicate statt Silicate.
„ 72,	„	8	„	„	„ oder Cordierit und Spinell statt (oder Cordierit- und Spinellform).
„ 74,	„	1	„	„	„ pag. 72 statt pag. 52.
„ 131,	„	13	„	oben	„ eingeführt statt ausgeführt.
„ 144,	„	19	„	„	„ $^1/_4$ statt $^1/_8$.
„ 152,	„	1	„	„	„ Moroziewicz statt Morozewicz.
„ 198,	„	14	„	„	„ V a statt V.
„ 198,	„	2	„	unten	„ Mikroskopisch statt Makroskopisch.
„ 232,	„	1	„	oben	„ 332 statt 232.

Digitized by Google

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Vorwort 1
Einleitung 2

I. Theil. Gesteinsbildende Minerale.

I. Abschnitt. Untersuchungsmethode 10
II. Abschnitt. Bildungsbedingungen für Korund, Spinell und Cordierit in Silicatmagmen 22
1. Uebersicht der Literatur 22
2. Untersuchung der korund- und spinellhaltigen Schmelzen . . 30
3. Chemische Zusammensetzung des aus den Schmelzen ausgeschiedenen Korunds und der Spinelle 36
4. Experimentelle Bestätigung der erhaltenen Resultate 45
5. Physikalische und krystallographische Eigenschaften des aus den Schmelzen ausgeschiedenen Korunds, Spinells und Sillimanits 62
6. Krystallisation des Cordierits im Andesitmagma 68
7. Anwendung der erhaltenen Resultate auf die Geologie . . . 73

Anhang zu Abschnitt II.

8. Magnetit und Eisenglanz 84
III. Abschnitt. Chemische Zusammensetzung der aus Silicatschmelzen ausgeschiedenen Pyroxene 105
1. Rhombischer Pyroxen (Enstatit) 110
2. Monokliner Pyroxen (Augit) 113
3. Monokliner Pyroxen von 73 Procent MeR_2SiO_6-Gehalt . . . 116
4. Alkalihaltige Augite 120

Anhang zu Abschnitt III.

5. Bildung von Wollastonit in Fabriksgläsern 124
IV. Abschnitt. Synthese von Nosean, Hauyn, Sodalith und Natrongranat-Lagoriolith 128
1. Nosean 131
2. Hauyn 141
3. Sodalith 143
4. Natrongranat-Lagoriolith 147

Anhang zu Abschnitt IV.

5. Plagioklase 156

Digitized by Google

II. Theil. Mikroskopisch-petrographische Besprechung der Schmelzen.

V. Abschnitt. Liparit-, Trachyt- und Andesitmagmen 158
1. Liparit 158
2. Cordierit-Andesit 167

VI. Abschnitt. Mit Thonerde nicht gesättigte Basaltmagmen 169
1. Bildung von Augitsphärolithen in mit Augitsubstanz stark übersättigten Magmen 169
2. Enstatit-Basalt 172
3. Basaltmagmen mit einem Gehalt von $SiO_2 < 45$ Procent . . 179
4. Hauyn-Basaltmagma 182

VII. Abschnitt. Mit Thonerde übersättigte Basaltmagmen 186
1. Spinellhaltige Schmelzen von Ophitstructur 186
2. Feldspathbasalte mit Spinell 188
3. Nephelinbasalt mit 5·6 Procent Spinell und 21·2 Procent Korund 190
4. Melilithbasalt mit 1·5 Procent Korund und 26·5 Procent Spinell 191
5. 1·4 Procent Korund und 35 Procent Spinell enthaltender Feldspathbasalt, Bildung der „Olivinknollen“ 193

VIII. Abschnitt. Mit Thonerde übersättigte Nephelin-Anorthitmagmen . . 196
1. Nephelinite 196
2. Anorthit-Nephelinschmelzen 198

Anhang zu Abschnitt VIII.

Ueber Korundgesteine des Ural nebst einem systematischen Ueberblick der Alumosilicatmagmen . . 202
3. Kyschtymit — ein Korund-Anorthitgestein 202
4. Korund-Orthoklasgesteine: Der Korundpegmatit und Korundsyenit 215
5. Systematischer Ueberblick der Alumosilicatmagmen 221

Schlusswort 224

Digitized by Google

V. Krystallographische Untersuchung der Anisenyltetrazotsäure.

Von **O. Mügge** in Königsberg in Preussen.

(Mit 11 Figuren.)

Die von Herrn J. Colman[1]) im Laboratorium des Herrn Lossen aus verdünntem Alkohol erhaltenen Krystalle der Anisenyltetrazotsäure $CH_3OC_6H_4CN_4H$ sind wegen ihres wechselnden Habitus, ihrer Zwillingsverwachsungen und ihrer optischen und Cohäsionseigenschaften von Interesse.

Krystallsystem: triklin, holoëdrisch; wegen ihrer Zwillingsbildung und Cohäsionseigenschaften wurden sie auf das folgende Axenverhältnis bezogen, welches aus den in der Winkeltabelle mit * bezeichneten Werten für den Octanten vorn oben rechts berechnet ist:

$$a : b : c = 1{\cdot}1984 : 1 : 0{\cdot}8679$$
$$\alpha = 73^\circ 32'; \quad \beta = 123^\circ 14'; \quad \gamma = 84^\circ 52'$$
$$A = 66^\circ 29'; \quad B = 126^\circ 54'; \quad C = 72^\circ 14'$$

Es wurden folgende Formen beobachtet:

$\{1\bar{1}0\}$	$\{110\}$	$\{10\bar{1}\}$	$\{001\}$	$\{010\}$	$\{100\}$	$\{011\}$
a	b	c	s	d	e	f

und dafür folgende Normalenwinkel berechnet und gemessen:

$*b : a$	110 : $1\bar{1}0$ =	92° 39′	gem.	—	ber.
$b : d$	— : 010 =	52° 5′	„	52° 9′	„
$*b : c$	— : $\bar{1}01$ =	107° 28′	„	—	„
$*b : s$	— : 001 =	81° 15′	„	—	„
$*a : s$	$1\bar{1}0$: — =	51° 59′	„	—	„
$a : c$	— : $\bar{1}01$ =	85° 29′	„	85° 47′	„
$a : e$	— : 100 =	37° 15′	„	37° 2′	„
$a : d$	— : 010 =	35° 16′	„	35° 12′	„
$*s : c$	001 : $\bar{1}01$ =	43° 48′	„	—	„

[1]) Dissertation, Königsberg 1896, pag. 12.

Digitized by Google

$s : d$	—	$: 0\bar{1}0 =$	$66^0\,29'$	gem.	$66^0\,29'$ ber.
$s : e$	—	$: 100 =$	$52^0\,57'$	„	$53^0\,6'$ „
$s : f$	—	$: 011 =$	$43^0\,18'$	„	$43^0\,18'$ „
$c : f$	$\bar{1}01$	$: — =$	$55^0\,34'$	„	$55^0\,25'$ „
$c : d$	—	$: 0\bar{1}0 =$	$76^0\,6'$	„	$76^0\,38'$ „
$e : f$	100	$: 011 =$	$66^0\,48'$	„	$67^0\,11'$ „
$e : d$	—	$: 010 =$	$106^0\,58'$	„	$107^0\,46'$ „
$e : b$	—	$: 110 =$	$55^0\,33'$	„	$55^0\,37'$ „

Die Krystalle waren meist nur 1—2 Millimeter gross und die Reflexe liessen vielfach zu wünschen übrig.

Trotz der geringen Anzahl der auftretenden Formen ist der Habitus auch der einfachen Krystalle sehr wechselnd. Die

Fig. 1.

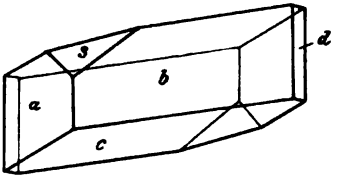


Fig. 2.

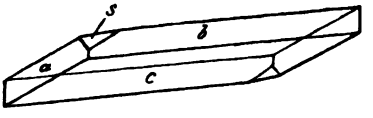
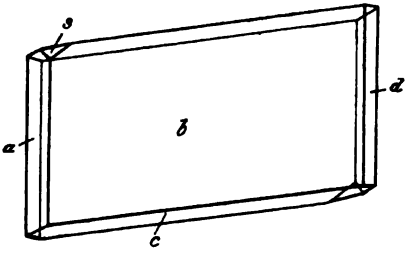


Fig. 3.

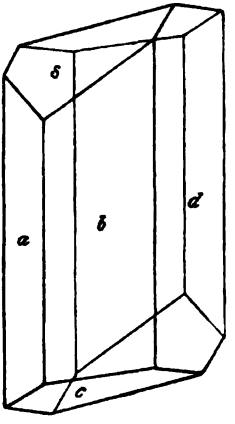


meisten sind säulenförmig nach c und b, am Ende begrenzt von a, s und d nur klein oder ganz fehlend (Fig. 1). Zuweilen werden die Krystalle mit denselben Formen dünntafelig nach c (Fig. 2), seltener nach b (Fig. 3); nur vereinzelt fanden sich nach a und b gestreckte

Digitized by Google

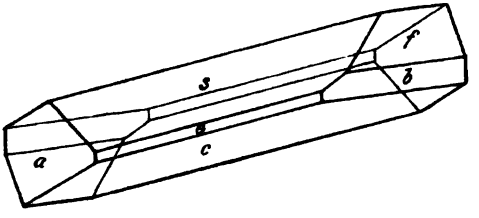
Krystalle, zugleich mit grosser Fläche *d* (Fig. 4). Endlich kommen als Seltenheit auch einfache Krystalle tafelig nach *c* mit grossem *s* vor, an denen zugleich die seltenen Flächen *e* und *f* beobachtet wurden (Fig. 5).

Fig. 4.



Die Aetzfiguren auf den Flächenpaaren von *c* und *b* weisen auf Holoëdrie. Elektrische Versuche nach Kundt's Methode waren resultatlos.

Fig. 5.



Mehr als die Hälfte aller Krystalle waren verzwillingt, und zwar nach drei Gesetzen:

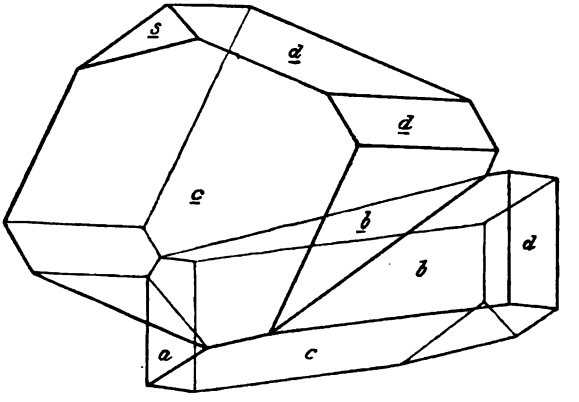
1. Zwillingsebene $s = \{001\}$; die einzelnen Krystalle sind dann meist kurzsäulenförmig nach *b* und *c*, oder tafelig nach *c* entwickelt; ausser Contactzwillingen (Fig. 6) kommen auch Durchkreuzungen vor; Viellinge wurden nicht beobachtet. Gemessen wurden folgende Normalenwinkel:

Digitized by Google

$\bar{1}01 : 10\bar{1} = 92°\,38'$ gem. $92°\,23'$ ber.
$\bar{1}10 : 1\bar{1}0 = 76°\,5'$ „ $76°\,1'$ „
$010 : 0\bar{1}0 = 46°\,27'$ „ $47°\,3'$ „
$110 : \bar{1}\bar{1}0 = 17°\,56'$ „ $17°\,29'$ „

2. Zwillingsaxe die Kante $s : c = [010]$. Die Krystalle sind alle dünntafelig nach c, seitlich begrenzt von sehr schmalen

Fig. 6.



Flächen s, b und a; von jedem Krystall ist nur eine Hälfte entwickelt (Fig. 7, Parallelprojection senkrecht c). Gemessen wurde:

$\bar{1}\bar{1}0 : \bar{1}\bar{1}0 = 76°\,5'$ gem. $75°\,22'$ ber.
$\bar{1}10 : \bar{1}\underline{10} = 108°\,0'$ (ca.) „ $109°\,26'$ „

ausserdem wurde die Parallelität der Flächen s und $\underline{s}$, c und $\underline{c}$ festgestellt. Auch die Aetzfiguren auf c, welche meist in grosser Schönheit vorhanden sind, bestätigen das Zwillingsgesetz, ebenso die optischen Untersuchungen (im parallelen Licht symmetrische Auslöschung zur Kante $s : c$, im convergenten Lage der Interferenzfiguren symmetrisch nach einer Ebene senkrecht zur Kante $s : c$) (Fig. 7).

Die Zusammensetzungsfläche *(R)* liegt in der Zone der Zwillingsaxe und ist nach Beobachtungen unter dem Mikroskop in demselben Sinne, aber etwas stärker als s gegen c geneigt, nämlich ungefähr:

$$R : c = 51°\,59'; \quad R : s = 8°\,10'.$$

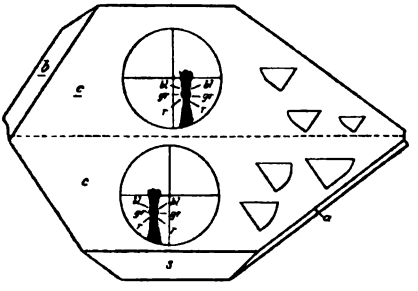
Digitized by Google

Für eine Zusammensetzungsfläche von der Lage des rhombischen Schnitts für die Flächen a und b, nämlich ein irrationales $(h\,o\,l)$, dem annähernd die Indices (1 . 0 . 2·3) zukommen, berechnet sich dagegen:

$$R : c = 55^0\,25^1/_2'; \quad R : s = 11^0\,37'.$$

Es scheint demnach, dass jene rhombische Schnittsfläche hier Zusammensetzungsfläche ist. Die seitlichen Flächen der Blättchen

Fig. 7.



waren zu schmal und in der Nähe der Zusammensetzungsfläche zu undeutlich entwickelt, als dass sich Näheres hätte feststellen lassen; auch eine Freilegung der Zusammensetzungsfläche gelang nicht wegen der vollkommenen Spaltbarkeit nach s.

Fig. 8.

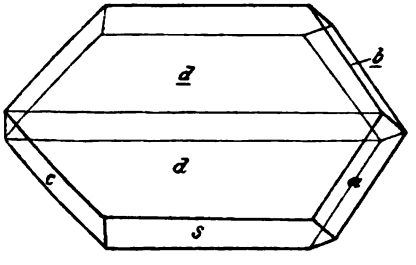
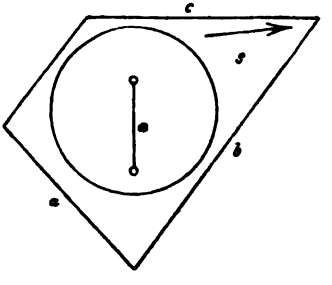


Fig. 9.



3. Zwillingsaxe die Kante $s : d = [100]$. Es wurde nur ein Zwilling dieser Art beobachtet, lang gestreckt nach der Zwillingsaxe und dicktafelig nach d. Wie vorher war jedes Individuum nur zur Hälfte entwickelt und zeigt die Flächen s, a, b und c (Fig. 8, Parallelprojection senkrecht d). Die Normalenwinkel sind:

$$\bar{1}\bar{1}0 : \underline{\bar{1}\bar{1}0} = 98^0\,19' \text{ gem.} \quad 97^0\,20' \text{ ber.}$$
$$10\bar{1} : \underline{10\bar{1}} = 94^0\,24' \quad \text{„ } (c\,a)\ 92^0\,49' \quad \text{„}$$

Digitized by Google

Die genaue Parallelität der Flächen s und d beider Individuen machen auch dieses Gesetz trotz der grossen Differenzen zwischen gemessenen und berechneten Winkeln der schmalen Randflächen unzweifelhaft; es wird ausserdem durch die Lage der Aetzfiguren auf d und $\underline{d}$ bestätigt. Die Zusammensetzungsfläche liegt dem Augenschein nach annähernd $\| s$, Genaueres war wegen Trübheit des Krystalls und der Schmalheit seiner Seitenflächen nicht festzustellen. Unter der Annahme, dass die Zusammensetzungsfläche wieder die irrationale rhombische Schnittsfläche für die Flächen a und b ist, welcher ungefähr die Indices $(0 . \bar{1} . 5{\cdot}3)$ zukommen, berechnet sich:

$$R : d = 59^0\,41'; \quad R : s = 6^0\,48'.$$

Optische Eigenschaften. Durch $c = \{\bar{1}01\}$ tritt eine optische Axe A mit starker Dispersion und sehr engen Interferenzringen aus, und zwar mit der in Fig. 7 angegebenen Orientirung und Farbenvertheilung. In den Zwillingen nach der Kante $c : s = [010]$ beträgt die Neigung der beiden Axen für $Na =$ Licht, $A : \underline{A} = 9^0\,8'$, während die Neigung einer jeden optischen Axe zur Normalen der Ebene c zu $12^0\,39'$ gemessen wurde.

Auf Spaltungsblättchen nach $s = \{001\}$ tritt die spitze negative Bisectrix etwas schief aus, und zwar beträgt die Neigung der Mittellinie zur Normalen der Spaltfläche $5^0\,33'$ (in Luft, für $Na =$ Licht) (Fig. 9). Der Winkel der optischen Axen, an einer solchen Spaltungsplatte gemessen, beträgt in Cassia-Oel:

$$\begin{aligned} 2H &= 80^0\,39' \ (Li) \\ - &= 81^0\ 1' \ (Na) \\ - &= 81^0\,47' \ \text{(Kupfer-Ammoniumlösung)}. \end{aligned}$$

Nach den unten mitgetheilten annähernden Werten für β ist daher der wahre Axenwinkel (annähernd):

$$\begin{aligned} 2V &= 74^0\,15' \ \text{(roth)} \\ - &= 74^0\,48' \ (Na) \\ - &= 75^0\,51' \ \text{(blau)} \end{aligned}$$

Die Dispersion $\varrho < v$ ist also sehr kräftig, eine Dispersion der Mittellinien wurde nicht bemerkt. Die Ebene der optischen Axe hat die in Fig. 9 angegebene Orientirung und liegt also annähernd senkrecht zur Kante $s : c$. Die dieser Kante benachbarte Auslöschungsrichtung auf s bildet mit ihr einen Winkel von $1^1/_2{}^0$ im spitzen

Digitized by Google

Winkel der Kanten zu c und zu b. Auf c ist die Auslöschung wegen der Nachbarschaft der optischen Axe A zur Plattennormale wenig vollkommen, an Zwillingen nach [010] wurde sie zu etwa 11° im spitzen Winkel der Kanten zu s und b gemessen.

Da der Kante $s : c$ eine Elasticitätsaxe ungefähr parallel zieht, war es möglich an einem von s und c gebildeten Prisma einen Brechungsexponenten, und zwar β, annähernd zu bestimmen. Es wurde unter Anwendung einer Auer'schen Glühlampe (für homogenes Licht, ausser *Na*, wurden die Spectren der sehr kleinen Prismen zu lichtschwach) gefunden:

$$\begin{aligned}\beta &= 1{\cdot}6821 \text{ (roth)}\\ &= 1{\cdot}6922 \text{ (gelb, } 1{\cdot}6876\ Na)\\ &= 1{\cdot}7071 \text{ (blau).}\end{aligned}$$

Für die annähernde Bestimmung eines zweiten Brechungsexponenten durch Incidenz $\perp s$ war der brechende Winkel $c : s$ bereits zu gross. Die Doppelbrechung muss aber ausserordentlich stark sein, denn der einem Werte zwischen β und γ entsprechende zweite, aus dem obigen Prisma in der Stellung der Minimalablenkung austretende Strahl ergab folgende Brechungsexponenten:

$$\begin{aligned}\gamma &> 1{\cdot}7901 \text{ (roth)}\\ &> 1{\cdot}8057 \text{ (gelb, } 1{\cdot}8046\ Na)\\ &> 1{\cdot}8393 \text{ (blau).}\end{aligned}$$

Bemerkenswert ist hier auch die sehr starke Dispersion, welche etwa doppelt so stark ist als für β und die des Diamanten erheblich übertrifft.

An einem von den Flächen s und d gebildeten Prisma mit dem brechenden Winkel von 68° 26′ wurden die Schwingungen ungefähr parallel zur brechenden Kante, welche einen Annäherungswert für γ geliefert haben würden, nicht mehr durchgelassen, wohl aber die annähernd senkrecht zu jener Kante, entsprechend einem Werte zwischen β und α (ersterem noch genähert); aus letzterem ergab sich:

$$\begin{aligned}\alpha &< 1{\cdot}5935 \text{ (roth)}\\ &< 1{\cdot}5972 \text{ (gelb)}\\ &< 1{\cdot}6020 \text{ (blau)}\end{aligned}$$

Es ist demnach die Doppelbrechung jedenfalls erheblich $> 0{\cdot}21$ (für gelb); eine überschlägliche Rechnung ergibt für $\gamma - \alpha = 0{\cdot}43\ c\ a$

Digitized by Google

(gelb), das ist das $2^1/_2$fache des Kalkspathes! Stärkere Doppelbrechung scheinen nur Calomel und Krokoit zu haben.[1])

Cohäsions-Eigenschaften. Die Krystalle sind sehr weich; eine sehr vollkommene Spaltbarkeit geht $\| s = \{001\}$, welches auch an unverletzten Krystallen vielfach treppenförmig in die Kanten zwischen *b*, *c* und *a* einschneidet; die Spaltfläche zeigt hohen Glanz.

Auf allen Flächen, namentlich in der Nähe der Kante zu *s* bemerkt man oft feine Streifen, welche *s* parallel laufen; sie erscheinen bald einzeln, bald zu mehreren und vielen und da sie sich von einer Fläche auf die benachbarten verfolgen lassen, handelt es sich nicht um oscillatorische Combinationsstreifung, sondern um, allerdings sehr feine, Lamellen $\| s$. Die Begrenzungsflächen dieser Lamellen liegen stets in der Zone von der Hauptfläche zu *s*, geben aber sehr lang gezogene Reflexe, die bald nach der einen, bald nach der andern Seite zum Reflex der Hauptfläche geneigt sind und keine scharfen und meist überhaupt keine deutlichen Culminationspunkte aufweisen. Es handelt sich in der That trotz der häufig vorkommenden Zwillingsbildung nach *s* nicht um Zwillings-, sondern um Translationslamellen nach *s*. Die optische Untersuchung von Krystallen und Spaltungsplatten mit solchen Lamellen ergibt nicht die geringste Abweichung von dem Verhalten einfacher Krystalle weder im parallelen, noch convergenten Licht; das durch (001) sichtbare, im *Na*-Licht sehr scharfe Interferenzbild sehr feiner Spaltblättchen ist durchaus einfach und ungestört und zeigt genau dieselbe Orientirung zur Normalen der Platte, wie Spaltungsblättchen ohne solche Lamellen.

Man kann diese feinen Translationslamellen sehr leicht durch Druck hervorrufen, sie entstehen sogar vielfach unabsichtlich und bewirken dann eine (scheinbare) Krümmung der in der Nähe der Fläche *s* gelegenen Flächen *a*, *b* und *c* und ihrer Kanten (Fig. 10, 11). Indessen ist es bei der Kleinheit der Krystalle schwierig festzustellen, in welcher Richtung die Translation erfolgt. Letztere lässt sich aber

---

[1]) Calomel nach Sénarmont 0·64 (roth); für Krokoit ist eine Differenz der Brechungsexponenten von *c a* 0·5 durch Bärwald (Zeitschr. f. Kryst., 7, 171) festgestellt (die gemessenen Exponenten sind aber noch nicht die Grenzwerte); dann folgen Triphenylbenzol = 0·3484 *(Na)* (Arzruni, daselbst 1, 446), Zinnober = 0·347, Hydrocarbostyril = 0·331 *(Na)*, (Baecksträm, daselbst 17, 427), Benzyliden-p-Methyltoluylketon = 0·2881 *(Na)* (Schwarzmann, Neues Jahrb. f. Min. etc., 1897, I, 63), endlich Rutil = 0·287 u. s. w.

Digitized by Google

ungefähr aus der Art der Krümmung bestimmen, welche bei etwas stärkerem Druck oft die Translation begleitet. Es zeigt sich, dass sich s dann meist cylindrisch krümmt um eine Axe, die annähernd $\parallel$ der Kante zu c verläuft, was also auf eine Translation nach der Richtung ungefähr senkrecht zur Kante zu c in s hinweist. Danach könnte die Translation $\parallel$ der Kante $s : d = [100]$ vor sich gehen, welche zur erstgenannten Kante unter 84° 52′ neigt. Die in der Zone [100] am Krystall beobachteten Flächen, nämlich (010) und (011), sind meist nur sehr schmal, (011) auch sehr selten, das häufigere

Fig. 10.

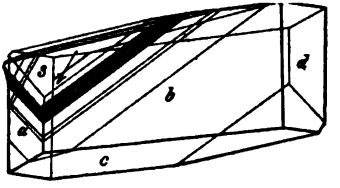
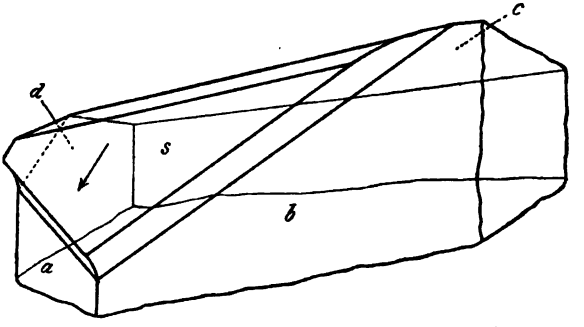


Fig. 11.



(010) vielfach durch Aetzung ganz rauh, so dass nur schwierig festzustellen war, ob diese Flächen, wie es die Translationsrichtung [100] fordert, wirklich frei von Streifung bleiben. Immerhin war auch unter dem Mikroskop ein Fortsetzen der auf den Nachbarflächen ganz deutlichen Translationsstreifen auf d nicht zu erkennen und der Reflex von d war auch dann noch ganz ungestört (und die Neigung $d : s$ die ursprüngliche), wenn der Reflex von c und b infolge entstandener Translationsstreifung breit verzerrt war.

Wurden Kryställchen oder dickere Spaltungsblättchen vorsichtig gebogen und nun die Kante $s : d$ am Goniometer justirt, so verliefen die Reflexe der gekrümmten Fläche s annähernd senkrecht

Digitized by Google

zur eingestellten Zone. Ferner lässt sich ein nach der Kante $s:c$ verzwillingtes dünnes Blättchen viel leichter und regelmässiger cylindrisch krümmen, wenn man einen dünnen Metallcylinder ungefähr $\parallel$ der Kante $s:c$ mit Druck darüber hinrollt, als wenn die Drehaxe ungefähr senkrecht dazu liegt. Endlich dringt ein feines Messer ungefähr $\parallel$ der Kante $s:c$ in s viel leichter als $\perp$ dazu ein, ebenso eine Nadel beim Ritzen, und letztere erzeugt $\parallel s:c$ weniger Pulver.

Nach allem diesem ist es wohl sicher, dass die Translation $\parallel$ der Kante $s:d$ erfolgt, und zwar in Richtung und Gegenrichtung gleich gut; $T=(001)$, $\pm t=[100]$.

Es liegt hier demnach eine ähnliche Verknüpfung der durch Cohäsions-Eigenschaften ausgezeichneten Ebenen und Richtungen mit Zwillingsebenen und Zwillingsaxen vor, wie sie bereits mehrfach beobachtet ist. In der Anisenyltetrazotsäure ist die Translationsebene $T=(001)$ die häufigste Zwillingsebene; die Translationsrichtung $t=[100]$ die häufigste Zwillingsaxe; ausserdem fungirt eine Richtung in T, welche annähernd senkrecht A liegt, also der Fältelungsrichtung f benachbart ist, nämlich [010] ebenfalls als Zwillingsaxe. An dem triklinen Doppelsalz $KMnCl_3 \cdot 2aq$ [1]) war $T=(010)$ zugleich die häufigste Zwillingsebene, $t=[101]$ sehr häufige Zwillingsaxe, endlich die dort als λ bezeichnete irrationale Fältelungsrichtung wieder nur $3^0\,45'$ geneigt zu einer weiteren Zwillingsaxe, nämlich derjenigen für die Lamellen δ. Am Cyanit [2]) ist $T=(100)$ wieder zugleich die häufigste Zwillingsebene, $t=[001]$ auch häufige Zwillingsaxe, während die Fältelungsrichtung f wenigstens einer rationalen Richtung, nämlich [010] sehr nahe liegt und nach älteren, aber nicht hinreichend sicheren Beobachtungen auch Zwillingsaxe ist.

Bei den beiden letztgenannten Substanzen geht die Translation nach beiden entgegengesetzten Richtungen in t merklich gleich leicht vor sich, während einfache Schiebungen $\parallel T$ nicht gelingen. Ebenso ist es auch hier; alle Versuche, Zwillingslamellen $\parallel s$ durch Druck oder Spannung (Erwärmen) hervorzubringen, waren vergeblich.

Mineralogisches Institut der Universität Königsberg, Mai 1898.

[1]) O. M., Neues Jahrb. f. Min. etc., 1892, II, 91.

[2]) O. M., daselbst, 1898, I, 81.

Digitized by Google

VI. Notizen.

Whewellit vom Venustiefbau bei Brüx.

Von diesem seltenen Mineral erhielt das mineralogische Institut der deutschen Universität in Prag durch Herrn Dr. Patzelt in Brüx mehrere Stücke, die mir von Herrn Prof. F. Becke zur optischen Untersuchung übergeben wurden.

Ueber das Auftreten des Minerals gibt der folgende Brief des Herrn Dr. Patzelt Auskunft:

„Beim Abteufen des Hauptschachtes fand man die Scheiben sehr zahlreich und angeblich bis handtellergross. 50 Meter davon entfernt beim Teufen des Luftschachtes erhielt ich im ganzen circa 20 Stücke.

Die geologische Situation bei Venus ist folgende:

Unmittelbar unter dem Humus findet sich eine 50 Meter mächtige Schichte feinen Sandes, welcher bis zu 29 Meter passabel trocken ist, aber dann ungemein wasserreich wird: Schwimmsand. Hernach kommen einige 20 Meter Letten, dann noch circa 10 Meter grobkörniger Schwimmsand und dann — ich glaube circa 60 Meter — dunkler Letten bis zum Kohlenflötz.

Dieser Letten ist in einer Teufe von 115 Metern von einer sandig-lettigen Steinschichte von wenigen Decimetern Mächtigkeit unterbrochen. Die Scheiben finden sich ausschliesslich in einer Tiefe von 110—120 Metern in denselben Schichten, in welchen sich zahlreiche Blattabdrücke finden. Der Letten ist da mehr minder dunkel. In den über 110 Meter und unter 120 Meter lagernden Schichten fehlen alle erkennbaren Pflanzenspuren und auch die Scheiben.

In der zwischenlagernden kalkig-sandigen Steinschichte finden sich Blattabdrücke, aber von den Scheiben keine Spur.

Erwähnt sein muss, dass der Letten zwischen 110 und 120 Metern zum Theile sehr dunkel und recht nass, zum Theile lichter, ganz trocken und ungemein hart ist. Für das Vorkommen der Scheiben macht das keinen sonderlichen Unterschied. Ich fand sie meist im trockenen harten, aber auch im nassen weichen Letten.

Wieder erhältlich werden die merkwürdigen Dinge kaum jemals sein; denn wo sie vorkamen, wird in absehbaren Zeiten, wenn nicht irgend ein Unglück es nöthig macht, nicht mehr geteuft werden. Ob sie einige tausend Meter von der Fundstelle entfernt auch vorkommen, ist sehr zweifelhaft.“

Der Whewellit erscheint hier in linsenförmigen, concretionären Gebilden, die an den von mir gemessenen Stücken einen Durchmesser von 6—40 Millimeter und in der Mitte bis 2·5 Millimeter Dicke aufwiesen. Am Rande waren die grössten Exemplare circa $^1/_4$ Millimeter dick.

Diese linsenförmigen Gebilde sind von grauer Farbe, etwas dunkler als die des umgebenden Lettens und zeigen auch äusserlich sehr deutlich radialfaserige Anordnung der Einzelindividuen. Diese radiale Faserung ist jedoch nicht auf der ganzen Oberfläche wahrzunehmen, sondern blos in dem äusseren Kreisringe, dessen Durchmesser $^3/_4$ des ganzen Kreises beträgt. Der von diesem Kreisringe eingeschlossene

Digitized by Google

Theil lässt eine körnige Oberfläche erkennen, die durch verschiedene Orientierung der innerhalb dieses Kreisringes gelegenen Individuen zustande kommt. Diese liegen in der centralen Partie wirr durcheinander, wobei aufrecht schräge Stellung vorherrscht. Die radial angeordneten Individuen liegen nicht parallel zu einander was am deutlichsten dadurch bemerkbar wird, dass der Seidenglanz, den manche Stücke an ihrer Oberfläche zeigen, nicht bei allen Individuen zu gleicher Zeit bemerkt wird, sondern erst beim Hin- und Herwenden des Stückes.

Auseinandergebrochen zeigen die Stücke schief zur Faserrichtung verlaufende Spaltflächen.

Rings um das Mineral verläuft im Letten in einem Abstande von durchschnittlich 10 Millimeter eine kreisförmige Linie, der bei manchen Stücken noch weitere concentrisch angeordnete Linien entsprechen. Die zwischen dem Whewellit und den concentrischen Kreisen gelegenen Thonpartien weisen eine glatte Oberfläche auf, während die ausserhalb liegenden splittrig rauhe Oberfläche zeigen. Dieser kreisförmigen Linie entspricht im Letten eine abgeschrägte Fläche, so dass ein Kegelstumpf zustande kommt, auf dessen oberer kleinerer Kreisfläche die linsenförmigen Gebilde aufruhen. Diese Erscheinung, sowie die nach dem Abheben des Minerals von seiner Unterlage auf dieser sich findenden Eindrücke, welche der radialfaserigen Ober-, beziehungsweise Unterseite des Whewellits entsprechen, weist auf seine Entstehungsweise im Letten hin.

Eine ungefähr durch die Mittelebene der Concretion verlaufende nahtartige Linie, die sich durch lebhafteren Glanz auszeichnet, zeigt sich bei mikroskopischer Betrachtung von Thoneinschlüssen dichter als die anderen Theile erfüllt. Auch dies erklärt sich durch die Bildungsweise des Whewellits, indem beim rascheren Vorwachsen des Randes gegenüber der geneigten Ober- und Unterfläche die Partikelchen des umgebenden Mediums in grösserer Menge in horizontaler Richtung als in den weniger rasch anwachsenden Oberflächen umschlossen werden.

Bei der chemischen Untersuchung wies sowohl das Calciumspectrum als auch das mikrochemische Verhalten (das charakteristische büschelweise Anschiessen der Gypskryställchen nach der Mischung mit Schwefelsäure) auf einen *Ca*-Gehalt hin. Mit einer Lösung von kohlensaurem Natron gekocht, dann mit Salzsäure schwach angesäuert und mit Ammoniak und Chlorcalciumlösung geprüft, entstand sofort ein reichlicher Niederschlag, wodurch sich die der Verbindung zugrunde liegende Säure als Oxalsäure herausstellte.

Auch mikrochemisch wurde die Oxalsäure durch Darstellen von Kryställchen von oxalsaurem Barium und oxalsaurem Calcium nachgewiesen.

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes mittels der Methode der schweren Flüssigkeiten ergab durchschnittlich für den Randtheil 2·2431, für den mittleren Theil 2·288. Dies Schwanken dürfte durch die wechselnde Menge der Thoneinschlüsse bedingt sein.

Vor dem Löthrohre verbrennt der Whewellit unter Decrepitiren, gibt im Kölbchen Wasser, reagirt nach dem Glühen alkalisch.

Auf Platinblech geglüht und dann auf einem Uhrschälchen mit Wasser vermengt, zeigt er röthliche Färbung, löst sich dann in Salzsäure unter Brausen, jedoch mit Zurücklassung von Thon, auf.

Digitized by Google

Beim Erhitzen im Kölbchen entwich nicht allzureichlich Wasser. Es entspricht daher das hier vorkommende Mineral völlig dem Whewellit $CaC_2O_4 + H_2O$.

Seine Härte ist ungefähr 3.

Was das optische Verhalten anbelangt, so erforderte die äusserst starke Doppelbrechung des Whewellits sehr dünne Platten für die optische Untersuchung. Schliffe parallel zur Oberfläche zeigten die Zusammensetzung der Gebilde aus parallelen Stengeln mit beiläufig gerader Auslöschung. Schliffe senkrecht zur Faserrichtung liessen eine Zusammensetzung aus Individuen erkennen, deren Auslöschungsrichtungen schräg zur Trace der Oberfläche liegen.

Weitere Beobachtungen ermöglichte erst ein Schliff, der parallel einer Spaltrichtung und zur Oberfläche geneigt geführt war. Es zeigte sich ein deutlich zweiaxiges, positives Axenbild; die optischen Axen waren jedoch, trotzdem der Schliff nahe senkrecht auf die spitze Mittellinie γ getroffen hatte, nicht mehr im Gesichtsfeld sichtbar. Konoskop und Wasserimmersion brachten nicht die erforderliche Aenderung. Erst bei Anwendung des Immersionsmikroskopes mit dem Wasserimmersions-Objectiv 10 von Fuess, jedoch in Methylenjodid immergirt, gelang es, die Hyperbeln hart am Rande des Gesichtsfeldes zu erhalten.

Die nun nach der Mallard'schen Methode (mit Bertrand-Linse und Schraubenmikrometer-Ocular) vorgenommene Messung des linearen Abstandes der Spuren der optischen Axen ($2d$) ergab 4·95 ($d = 2·475$).

Um die Berechnung des wirklichen Winkels $2V$ zu ermöglichen, wurde beim Muskovit, dessen scheinbarer Axenwinkel $2E = 60°16'$ mit dem Axenwinkelapparat bestimmt worden war, der lineare Abstand $2d'$ als 2·305 ($d' = 1.1525$) gemessen.

Aus diesen Daten ergibt sich, dass der scheinbare Axenwinkel des Whewellits in Luft überhaupt nicht messbar ist; man erhält für $2E$ einen imaginären Werth.

Um aber eine annähernde Bestimmung des wahren Axenwinkels vorzunehmen, ist die Kenntnis des mittleren Brechungsexponenten des Whewellits nothwendig. Eine Platte senkrecht auf die positive Mittellinie γ zeigte sich in Canadabalsam eingebettet in einer Stellung (für Schwingungen $\| \alpha$) schwächer, in der anderen (Schwingungen $\| \beta$) gleichstark lichtbrechend wie Canadabalsam, so dass man $\beta = n$ des Canadabalsams $= 1·549$ setzen kann.

Wird nun die Constante des optischen Apparates mit k, wahrer, scheinbarer Axenwinkel und mittlerer Brechungsexponent des Whewellits mit $VE\beta$, die analogen Grössen des Muskovits mit $V'E'\beta'$, endlich der Brechungsexponent des Methylenjodids mit n bezeichnet, so ergibt sich:

$$\sin E' = \beta' \sin V'$$

$$d'k = \frac{\beta' \sin V'}{n}$$

$$dk = \frac{\beta \sin V}{n}$$

$$\frac{d'}{d} = \frac{\beta' \sin V'}{\beta \sin V} = \frac{\sin E'}{\beta \sin V}$$

$$\sin V = \frac{\sin E' d}{\beta . d'} = \frac{0·502 \times 2·475}{1·549 \times 1·1525}$$

daraus $V = 44°26'$ und $2V =$ circa $89°$.

Digitized by Google

Alle Messungen wurden mit Vernachlässigung der Dispersion im Tageslicht ausgeführt. Die Mittellinie a (stumpfe M.) fällt mit der Symmetrieaxe b zusammen, nach welcher die Einzelindividuen auch gestreckt erscheinen.

Ein Schliff senkrecht auf diese stumpfe Mittellinie ist also parallel 010; da sich auf diesem Schliff schiefe Auslöschung zeigt, ist der monokline Charakter ausser Zweifel.

Mineralogisches Institut der deutschen Universität Prag.

phil. Richard Schubert.

Eläolithsyenit aus Rumänien.

Im Becken des Flüsschens Bistricióra, nordwestlich der Moldau (Rumänien), kommen Geschiebe von einem Eläolithsyenit vor, welcher seiner Eigenthümlichkeiten wegen bekannt zu werden verdient, und dessen Beschreibung ich nächstens erscheinen lassen werde.

Dr. Th. Nicolau.

Nachtrag zur Notiz über das San Gregorio-Eisen.

Wie ich in Erfahrung brachte, hat die mexikanische Regierung sämmtliche grosse mexikanischen Meteoreisenmassen nach der Stadt Mexico schaffen und im Hofe der Bergschule daselbst aufstellen lassen.

A. Frenzel.

Digitized by Google

VII. Literatur.

Krystallographie, Physik, Chemie.

Baumhauer H.: Ueber sogenannte anomale Aetzfiguren an monoklinen Krystallen, insbesondere am Colemanit. — Zeitschr. f. Kryst. XXX. Bd., 2. Heft.

Fedorow E. v.: Ueber Krystallzeichnen. — Ueber Isomorphismus. — Ueber eine besondere Art der optischen Anomalien und der Sanduhrstructur. — Zeitschr. f. Kryst. XXX. Bd., 1. Heft, 1898.

Goldschmidt V.: Ueber stereographische Projection. — Ueber Definition eines Zwillings. — Zeitschr. f. Kryst. XXX. Bd., 3. Heft.

Derselbe und Wright Fr. E.: Ueber einen Orthoklaszwilling. — Zeitschr. f. Kryst. XXX. Bd., 3. Heft.

Gramont M. A. de: Analyse spectrale des minéraux non conducteurs par les sels fondus. — Bull. de la Soc. franç. de Minéralogie. 1898.

Horn G.: Beiträge zur Dispersion des Lichtes in absorbirenden Krystallen. — Inaugural-Dissertation, Göttingen 1898.

Lein C: Spectralapparat nach E. A. Wülfing zur Beleuchtung mit Licht verschiedener Wellenlänge. — Zeitschr. f. Instrumentenkunde. 1898, Juli.

Lindner A.: Trennung von Titansäure und Zirkonerde. — Berlin, September 1898.

Nordenskiöld G. †: Tvenne fotografier af snökrystaller. — Geol. Fören. i Stockholm Förhandl., XX. Bd., 4. Heft, 1898.

Scharizer R.: Beiträge zur Kenntnis der chemischen Constitution und der Genese der natürlichen Eisensulfate. I. — Zeitschr. f. Kryst. XXX. Bd., 3. Heft.

Tietze Oscar: Krystallographische Untersuchung einiger organischen Verbindungen. — Inaugural-Dissertation, Berlin 1898.

Van't Hoff J. und Meyerhoffer W.: Ueber Anwendungen der Gleichgewichtslehre auf die Bildung oceanischer Salzablagerungen mit besonderer Berücksichtigung des Stassfurter Salzlagers. — Zeitschr. f. physik. Chemie. XXVII. Bd., 1.

Walker T. L.: The crystalline symmetry of Torbernite. — American Journal of Science. Vol. VI, 1898.

Mineralogie.

Busz K.: Calcit, Hornblende, Andesin aus dem Siebengebirge. — Neues Jahrb. f. Mineralogie. 1898, I. Bd.

Derby O. A.: Brazilian evidence on the genesis of the Diamond. — Journal of Geology, February-March 1898.

Duparc L. und Ritter E.: Le minéral de fer d'Ain-Oudrer (Algérie). — Archives des sciences physiques et naturelles. Genève, T. V, Février 1898.

Eakle A. S.: Erionit, ein neuer Zeolith. — Zeitschr. f. Kryst. XXX. Bd., 2. Heft.

Digitized by Google

Gemböck H.: Ueber den Andalusit vom Montavon in Vorarlberg. — Neues Jahrb. f. Mineral. 1898, II. Bd.

Goldschmidt V.: Ueber Lorandit von Allchar in Macedonien. — Zeitschr. f. Kryst. XXX. Bd., 3. Heft.

Klein C.: Ueber Buntkupfererz aus Tirol. — Sitz.-Ber. der Berliner Akad. 1898, XXXVI Bd.

Mrazec L.: Note sur une Jadéite du Piémont. — Bull. de la Soc. d. Scienc. d. Bucarest, An. VII. Nr. 2, 1898.

Prendel R.: Notiz über Bergkrystalle vom Berge Kasbék. — Annuaire géologique et minéralogique de la Russie. Vol. III, Liv. 1.

Scharizer R.: Baryt vom Binnenthale. — Zeitschr. f. Kryst. XXX. Bd.

Termier P.: Sur le Cinnabre et l'Onofrite de Ouen-Shan-Tchiang. — Sur la forme cristalline du Borate de Lithium B_2O_3, Li_2O, 16 H_2O. — Bulletin de la Soc. franç. de Minéralogie. XX. Bd., Nr. 7, 1897.

Weinschenk E.: Der Graphit, seine wichtigsten Vorkommnisse und seine technische Verwertung. — Sammlung gemeinverständlicher wissenschaftlicher Vorträge. Verlagsanstalt und Druckerei A.-G. (vorm. J. F. Richter) Hamburg. 1897.

Wolff J. E.: Contributions from the Harvard Mineralogical Museum. — I. Occurence of native copper at Franklin Furnace, New Jersey. — II. Exhibition and preliminary account of a collection of microphotographs of snow crystals, made by W. A. Bentley. — Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences. XXXIII. Bd., Juni 1898.

Petrographie, Geologie.

Abel O.: Studien in den Tertiärbildungen von Eggenburg. — Beiträge zur Paläontologie und Geologie Oesterreich-Ungarns und des Orients. — XI. Bd., 4. H.. 1898.

Agamennone G.: Il terremoto dell' India del 12 Giugno 1897. — Terremoto nella Carniola della matina del 15 Luglio 1897. — Boll. della Società Sismologica Italiana, IV. Bd., 1898.

Belar A.: Ueber Erdbebenbeobachtung in alter und gegenwärtiger Zeit, und die Erdbebenwarte in Laibach. — Laibach 1898.

Blaas J.: Ueber die geologische Position einiger Trinkwasserquellen in den Alpen. — Zeitschr. f prakt. Geologie. 1898, 4. Heft.

Berlage I. F. G.: Recherches pétrographiques sur les roches éruptives des îles de Jersey, Serq et Guernsey. — Thèse présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Genève. Genève 1898.

Brauns R.: Diopsid (Salit) als Verwitterungsproduct in Paläopikrit von Medenbach bei Herborn. — Neues Jahrb. f. Min. 1898, II. Bd.

Cathrein A.: Dioritische Gang- und Stockgesteine aus dem Pusterthale. — Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Gesellsch. 1898.

Credner H.: Die sächsischen Erdbeben während der Jahre 1889 bis 1897, insbesondere das sächsisch-böhmische Erdbeben vom 24. October bis 29. November

Digitized by Google

1897. — Abhandlungen der math.-phys. Classe der kgl. sächsischen Gesellsch. d. Wissensch., Nr. 4, Leipzig 1898.

Cross W.: Igneous rocks of the Leucite Hills and Pilot Butte, Wyoming. — Americ. Journ. of Science. Vol. IV, 1897.

Derselbe: An Analcite Basalt from Colorado. — Journ. of Geology. Vol. V, 1897.

Derselbe: The Geological versus the petrographical classification of igneous rocks. — Journal of Geology. Vol. VI, Nr. 1, 1898.

Derby O. A.: Monazite and Xenotime in European Rocks. — Mineralogical Magazine. Vol. XI, Nr. 53, 1898.

Derselbe: On the accessory elements of Itacolumite and the secondary enlargement of Tourmaline. — American Journ. of Science. Vol. V, March 1898.

Duparc L. et Mrazec L.: Sur les phénomènes d'injection et de métamorphisme exercés par la Protogine et les roches granitiques en général. — Archives des sciences physiques et naturelles, Genève, T. V, Mai 1898.

Derselbe und Pearce F.: Sur le poudingue de l'Amône dans le val Ferret, suisse. — Comptes rendus. 14. Février 1898.

Fantappiè L.: Sopra alcuni blocchi erratici a Granato ed Idocraso nella regione Cimina. — Rivista di Mineral. e Crist. Ital. Vol. XX.

Derselbe: Su i proietti minerali vulcanici trovati nell'altepiano tufaceo occidentale dei Vulsini da Farnese à S. Quirico e Pitigliano. — Reale Accad. dei Lincei. 1898.

Geer G. de: Stockholmstraktens Geologi. — Abdruck aus: Stockholm, Sveriges hufvudstad, skildrad med anledning af Allm. Konst- och Industriutställningen 1897, enligt beslut af Stockholms stadsfullmäktige. — Stockholm 1897.

Graber H. V.: Die Aufbruchszone von Eruptiv- und Schiefergesteinen in Südkärnten. — Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt Wien. XLVII. Bd., 2. H., 1897.

Hibsch J. E.: Phonolithe mit Laccolithenform im böhmischen Mittelgebirge. — Sitz.-Ber. d. deutsch. naturw.-medic. Ver. f. Böhmen „Lotos". 1898, Nr. 4.

Jaggar T. A. Fr.: Some conditions affecting Geyser Eruptions. — American Journ. of Science. Vol. V, May 1898.

Kolderup C. F.: Ekersunds-Soggendalsfeltets bergarter og deres betingelser for anvendelse i stenindustrien. Mit einem Resumé in deutscher Sprache. — Bergens Museums Aarbog 1897, II. Bd.

Derselbe: Fosforsyregehalten i Ekersunds-Soggendalsfeltets bergarter og dens forhold til benskjorheden hos kvaeget. Mit einem Resumé in deutscher Sprache. — Bergens Museums Aarbog 1897, Nr. IX.

Derselbe: Et orienterende niveau i bergens-skifrene. Mit einem Resumé in deutscher Sprache. — Bergens Museums Aarbog 1897, Nr. 12.

Lacroix M. A.: Le Granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact (premier mémoire). Les contacts de la Haute Ariège. — Bull. des services de la Carte Géologique de la France. 1898, Nr. 64, Tome X.

Mrazec L.: Quelques remarques sur le cours des rivières en Valachie. — Annuaire du Musée géologique de Bucarest 1896.

Digitized by Google

Derselbe: Note sur une marne à efflorescences salines de Scăpĕu (Distr. Mehedinţi). — Bull. de la Soc. des Sciences de Bucarest. 1898, An. VII, Nr. 2.

Derselbe: Note sur un tuf andésitique des environs de Bacău. — Bull. de la Soc. des Sciences de Bucarest. 1898, An. VII, Nr. 2.

Derselbe und Munteanu-Murgoci G.: Dare de scamă asupra cercetarilor geologice diu vara 1897. — I. partea de E. A. Munţilor Vulcan de L. Mrazec. — II. Masivul paringu de G. Munteanu-Murgoci. — Munţii Lotrului de L. Mrazec şi G. Munteanu-Murgoci. — Bucarest 1898.

Munteanu-Murgoci: Calcare şi fenomene de eroşiune in Carpaţii meridionali. — Buletinul Soc. de Sciinţe. 1898, An. VII, No. 1.

Dieselben: Les serpentines d'Urde, Muntin et Găuri (Massif du Paringu). — Annuaire du Musée de Géologie et Paléontologie de Bucarest 1898.

Pelikan A.: Ueber die mährisch-schlesische Schalsteinformation. — Sitz.-Ber. der Wiener Akademie. CVII. Bd., 1. Juni 1898.

Porro C.: Rocce granitoidi della Valsassina. — Rendiconti del R. Ist. Lomb. di scienc. et lett. Ser. II. Vol. XXXI, Milano 1898.

Ries Heinrich: The Clays and Clay-Working Industry of Colorado. — Transactions of the American Institute of Mining Engineers. July 1897.

Derselbe: Physical Tests of New York Shales. — School of Mines Quarterly. Vol. XIX, Nr. 3, April 1898.

Derselbe: The Fullers Earth of South Dakota. — Transactions of the American Institute of Mining. July 1897.

Derselbe: The Ultimate an the Rational Analysis of Clays and their Relative Advantages. — Transactions of the American Institute of Mining Engineers. Februar 1898.

Rinne F.: Ueber norddeutsche Balte aus dem Gebiete der Weser und den angrenzenden Gebieten der Werra und Fulda. — Sep.-Abdr. aus d. Jahrb. d. kgl. preuss. geol. Landesanst. f. 1897.

Sabatini V.: Relazione sulle escursioni alle Isole Pontine fatte dalla società geologica italiana. — Estr. dal Bollet. della Soc. Geolog. Ital. Vol. XVII, 1898, Fasc. 1.

Sauer A.: Erläuterungen zu Blatt Hornberg-Schiltach (Nr. 94 und 95). — Geol. Specialkarte d. Grossh. Baden. Heidelberg 1897.

Saytzeff A.: Die Platinlagerstätten am Ural. — Herausgegeben auf Kosten der Platingewerkschaft J. N. Burdakoff und Söhne.

Schauf W.: Ueber Sericitgneisse im Taunus, mit besonderer Berücksichtigung der Vorkommnisse in der Section Platte. — Bericht der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt a. M. 1898.

Schmidt C.: Ein Besuch in der Petrolstadt Baku. — Geograph. Zeitschr. IV. Bd., 1898.

Sjöström O.: Die chemische Untersuchung der Meteoreisen. — Sep.-Abdr. aus d. Mittheil. d. naturw. Ver. f. Neuvorpommern u. Rügen. XXX. Jahrg. 1898.

Spechtenhauser B.: Diorit- und Noritporphyrite von St. Lorenzen im Pusterthal. — Zeitschr. der deutsch. geol. Gesellsch., Jahrg. 1898.

Digitized by Google

Suess E.: Ueber die Asymmetrie der nördlichen Halbkugel. — Aus d. Sitz.-Ber. d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, Mathem.-naturw. Classe. CVII. Bd., Abth. I, April 1898.

Suess Dr. F. E.: Der Bau des Gneissgebietes von Gross-Bittesch und Namiest in Mähren. — Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1897, XLVII. Bd., 3. Heft.

Termier P.: Sur l'élimination de la chaux par métasomatose des les roches éruptives basiques de la région du Pelvoux. — Bull. de la Soc. géologique de France. XXVI. Bd., 1898.

Törnebohm A. E.: Ueber die Petrographie des Portland-Cements. Stockholm 1897.

Thurach H.: Erläuterungen zu Blatt Zell am Harmersbach (Nr. 87). — Geol. Specialkarte d. Grossherzogth. Baden. Heidelberg 1897.

Tolmatschow J.: Ueber den Variolit vom Fluss Jenissei. — Petersburg 1897.

Verbeek, Dr. R.: Glaskogels van Billiton. — Overgedrukt nit het Jaarboek van het Mijnwezen in Nederlandsch Oost-Indie. XXVI, 1897.

Derselbe: Kort geologisch overzicht van Java. — Overgedrukt nit het Tijdschrift van het kon. Nederl. Aardrijkskundig genootschap. Leiden 1897.

Viola C.: Sulle condizione geologiche dei monti della provincia Romana in rapporto con la coltura agraria e silvana. — Estr. dal periodico L'Echo dei Campi e dei Boschi. IV, 1897. Roma 1897.

Derselbe: Osservazioni geologiche fatte nel 1896 sui Monti Simbruini in provincia di Roma. — Estr. dal Bolletino del R. Comitato geolog. Anno 1897, Nr. 1.

Derselbe: La struttura carsica osservata in alcuni Monti Calcarei della provincia Romana. — Estr. dal Bollettino del R. Comitato geol. Anno 1897, Nr. 2.

Vogt J. H. L.: Der Marmor in Bezug auf seine Geologie, Structur und mechanischen Eigenschaften. — Zeitschr. f. prakt. Geologie. 1898.

Derselbe: Ueber die Bildung von Erzlagerstätten durch Differentiationsprocesse in Eruptivmagmata. — Compte rendu du Congrès géologique international, 6. Session. Zürich.

Wallerant Frédéric: Détermination des indices de réfraction des minéraux des roches. — Extr. du Bullet. de la Soc. franç. d. Minéral. Tome XX, Nr. 7, 1897.

Walther J.: Versuch einer Classification der Gesteine auf Grund der vergleichenden Lithogenie. — Congrès géologique international. 7ième session. Russie 1897.

Washington H. S.: The Jerome (Kansas) Meteorite. — American Journal of Science. Vol. V, Juni 1898.

Derselbe: Sölvsbergite and Tinguaite from Essex County, Massachussets. — American Journ. of Science. Vol. VI.

Wehrli L. et Burckhardt C.: Rapport préliminaire sur une Expédition géologique dans la Cordillère argentine-chilienne. — Revista del Museo de la Plata.

White Th. G.: A Contribution to the Petrography of the Boston basin. — Proceedings of the Boston Society of Natural History. Vol. XXVIII, Nr. 6, pag. 117—156.

Woldřich J. N.: Fossile Steppenfauna aus der Bulovka nächst Košíř bei Prag und ihre geologisch-physiographische Bedeutung. — Sep.-Abdr. aus d. Neuen Jahrb. f. Min. etc. 1897, Bd. II.

Digitized by Google

Derselbe: Sdělení o zemětřesech krušnohorských z 25. až 29. října 1897. — Zvlastní otisk z „Věstniku České Akademie císaře Františka Josefa pro vědy, slovesnost a umění. Roč VI.

Derselbe: Geologische Beiträge aus dem Urgebige Süd-Böhmens. — Bulletin intern. de l'Académie des sciences de Bohême 1897.

Zschimmer E., Eppler A. und Schimpf W.: Krystallographische Untersuchung einiger Abkömmlinge des Pyrazols. — Sep.-Abdr. aus Zeitschr. f. Kryst. etc. XXIX. Bd., 3. Heft.

Constantin Tadeeff: Professor Dr. Andreas Arzruni †.

Druck von Gottlieb Gistel & Comp. in Wien.

Digitized by Google

VIII. Beiträge zur Kenntnis der Gesteine des Greifensteins.

Von **Paul Otto Böhmig.**

(Mit 2 Tafeln IX und X und 2 Textfiguren.)

Das Gebiet, dessen Gesteine einer näheren Untersuchung unterzogen wurden, umfasst den zwischen den Städten Geyer, Ehrenfriedersdorf und Thum im sächsischen Erzgebirge liegenden Greifenstein, einen zum grossen Theil bewaldeten Bergrücken, dessen Abhänge aus den Gesteinen der Glimmerschieferformation bestehen, während der Gipfel und dessen nähere Umgebung einem Granitstock angehören, der die archäischen Formationen durchbrochen hat. Der Greifenstein ist die nördlichste der drei Granitmassen, die auf einem verhältnismäsig kleinen Gebiete dort zu Tage treten und die — alle drei liegen innerhalb der Glimmerschieferformation — mit hoher Wahrscheinlichkeit unterirdisch zusammenhängen, wie dies Stelzner in seiner Schrift über Granite von Geyer etc.[1]) ausführlich und überzeugend dargethan hat.

Das geologisch und mineralogisch hochinteressante Territorium ist schon mehrfach Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen, umsomehr, als es sich als ein erzreiches Gebiet erwies und infolgedessen der Schauplatz eines jahrhundertelang betriebenen Bergbaues auf Zinnerz war, der aber seit längerer Zeit seiner geringen Rentabilität halber eingestellt worden ist. Die Spuren bergmännischer Thätigkeit findet man aber heute noch in Gestalt grosser Halden, verlassener Schächte, eingestürzter Stollen und abgebauter Seifen.

Die früheren Untersuchungen erstreckten sich einestheils auf die erzhaltigen Partien, andererseits auf die geologisch sehr bemerkenswerten Verhältnisse des Greifensteingebietes.

[1]) Stelzner, Granite von Geyer und Ehrenfriedersdorf etc., 1865, pag. 6 ff.

Digitized by Google

Werner[1]) ist der erste der Forscher, die bei ihren Untersuchungen die genetischen Verhältnisse der beiden Hauptgesteine — des Granites und Glimmerschiefers — und ihre gegenseitigen Beziehungen berücksichtigen. Er hat die eingeschlossenen Fragmente beobachtet und daraus den Schluss gezogen, dass der „Gneuss" älter sein müsse als der Granit.

Mohs[2]) berichtet, dass „die Bruchstücke und namentlich die grösseren mit einer mehr oder weniger dicken Kruste von einem grosskörnigen, in- und miteinander verwachsenen Gemenge von Feldspath und Quarz umgeben sind, welche scharf an den Bruchstücken anliegt und auf der anderen Seite unmerklich sich in den gewöhnlichen Granit verliert."

Bonnard[3]), der diese „quarzigen Gürtel" auch beobachtete, hat ausserdem Veränderungen an den Bruchstücken selbst wahrgenommen, denn er sagt: „Manche der Fragmente werden von kleinen Quarzadern (filons quartzeuses) durchsetzt und viele derselben durch eine Quarzhülle vom Granit abgesondert."

C. F. Naumann[4]) schreibt von den Fragmenten, dass die grösseren dieser Schollen fast ganz übereinstimmend mit dem Glimmerschiefer der nächsten Umgebung sind, dass aber kleinere Fragmente mehr als Gneis erscheinen. „Das hat seinen Grund darin, dass sie durch den Granit leichter bearbeitet und mit Feldspathen imprägnirt werden konnten, als die grossen Fragmente." Naumann behauptet also eine bestimmte Art der Einwirkung des Granites auf die Glimmerschieferfragmente. Er hat anderseits noch die fernere Beobachtung gemacht, dass der erstarrende Granit auch das umgebende, anstehende Gestein nicht unverändert gelassen hat. Er bezeichnet nämlich das dem Granit benachbarte Gebiet nicht als Glimmerschiefer, sondern als Gneis und hat dies auch auf seiner geognostischen Karte von Sachsen dadurch zum Ausdruck gebracht, dass er den Granit als von einem contactlichen Gneishofe umgeben darstellt. Seinen scharfen Beobachtungen ist es also nicht entgangen, dass sich das dem Granit benachbarte Gestein von dem der weiteren Umgebung schon makroskopisch in verschiedener Hinsicht abhebt.

[1]) Werner, Kurze Classification der Gebirgsarten, 1787, pag. 10.
[2]) v. Moll's Annalen der Berg- und Hüttenkunde, 1805, Bd. III, pag. 349 ff.
[3]) Journal des Mines, 1815, XXXVIII. Bd., 2. Sem., pag. 375.
[4]) Geogn. Beschreibung des Kgr. Sachsen, 1845, II. Heft, pag. 175 ff.

Digitized by Google

Nach Naumann haben noch Stelzner[1]) und zuletzt Schalch[2]) die Gesteine des Greifensteins untersucht. Beide erweisen sich als Gegner der von Naumann behaupteten Contactwirkung des Granites auf den Glimmerschiefer. Stelzner sagt: „Eine Umwandlung des Glimmerschiefers in Gneis hat also nicht stattgefunden, wohl aber scheint eine Metamorphose anderer Art eingetreten zu sein, durch die jedoch nur die Textur, nicht die mineralogische Zusammensetzung des Contactgesteins verändert worden ist. Sie erstreckt sich ausserdem nur auf die dem Granit nächst benachbarten Schichten, und ihre räumliche Ausdehnung bleibt deshalb weit hinter der des imaginären Gneisgebietes auf der Karte (Naumann's) zurück." Stelzner beschreibt auch die Umwandlung des Glimmerschiefers näher und führt als das wesentlichste derselben an, dass 1. die derben Quarzlagen des normalen Glimmerschiefers körnig geworden sind, 2. die anfangs zusammenhängenden lichtgefärbten Glimmermembranen sich in ein feinschuppiges Haufwerk kleiner schwarzer Glimmerblättchen aufgelöst haben, 3. die gegenseitige Anordnung von Quarz und Glimmer dabei unverändert geblieben, wohl aber eine sehr feste und innige Verbindung der beiden Gemengtheile eingetreten sei und infolgedessen das Gestein seine im normalen Zustande höchst vollkommene Spaltbarkeit eingebüsst habe.

Die von Naumann behauptete, vom Granit ausgehende Beeinflussung des Nebengesteins, also eine Umwandlung desselben durch Contactmetamorphose, wird von Schalch gänzlich verneint, welcher auch bemerkt, dass Texturdifferenzen des mit dem Granit in Contact kommenden Glimmerschiefers nicht mit einiger Sicherheit der Einwirkung des ersteren zugeschrieben werden können. Wie Stelzner, so beschreibt auch Schalch ausführlicher die umgekehrt von den Glimmerschieferfragmenten auf den erstarrenden Granit ausgeübten Wirkungen.

Verfasser dieses, durch obige sich widersprechende Ansichten aufmerksam gemacht, hat nun ebenfalls die Gesteine jenes Gebietes näher untersucht und vor allem, nachdem er mehrmals auf kürzere oder längere Zeit die Verhältnisse an Ort und Stelle beobachtet und Material gesammelt hatte, dasselbe einem mikroskopischen Studium unterworfen (es wurden gegen 150 Schliffe untersucht), was ja, mit

[1]) Stelzner, a. a. O. pag. 22.

[2]) Schalch, Erl. zu Section Geyer, 1878, pag. 57.

Digitized by Google

Ausnahme von Schalch, von keinem der angeführten Forscher geschehen konnte, da die betreffenden Arbeiten schon vor Jahrzehnten geliefert wurden.

Was das der vorliegenden Abhandlung zugrunde liegende Material anlangt, so ist es nicht ausnahmslos anstehend gefundenes Gestein. Es mussten auch Rollstücke von dort der Vollständigkeit halber zur Untersuchung mit herangezogen werden, da anstehendes Gestein in (nach Ansicht des Verfassers) nicht genügend grosser Mannigfaltigkeit angetroffen wurde, was angesichts der Beschaffenheit jenes grösstentheils von Wald bedeckten Gebietes nicht wundernehmen kann. Einzelne Partien desselben ermöglichten aber ein Sammeln von anstehendem Gestein in radiärer Richtung auf den Granit zu, was bei einer eventuell in Betracht zu ziehenden Contactwirkung des Granites auf den Glimmerschiefer von grossem Werte war.

Die Untersuchungen erstrecken sich auf die Gesteine der weiteren und näheren Umgebung des Granites, auf die Einschlüsse in dem Granit und nebenbei auf diesen selbst. Begrenzt wird das Gebiet im Süden vom Greifenbachthal, im Westen von der Strasse Thum-Geyer; im Norden und Nordosten erstreckt es sich bis Jahnsbach und Thum, im Osten bis an die Grenze des sogenannten „rothen Gneises“.[1]) (Vergleiche die beigefügten Kartenskizzen. NB. Diese sind eine vergrösserte, respective verkleinerte Wiedergabe des von Schalch bearbeiteten Blattes der Section Geyer.)

Die Gesteine der vom Granit weit (bis über 2 Kilometer) entfernten Orte wurden um deswillen zum Vergleich mitstudirt, weil diese, selbst bei Annahme einer Contactwirkung von Seiten des Granites, sich ohne Zweifel noch in ihrer normalen unveränderten Beschaffenheit befinden.

I. Glimmerschiefer der weiteren Umgebung des Granites.

Das ganze Territorium gehört der Glimmerschieferformation an, und zwar wurde das Gestein mit Recht von Schalch als heller Glimmerschiefer[2]) oder Muscovitschiefer bezeichnet. In seiner normalen Ausbildungsweise erweist es sich in der Hauptsache aus Glimmer (Muscovit) und Quarz zusammengesetzt. Es ist ein

[1]) Erläuterungen zu Section Geyer, pag. 25.
[2]) Erläuterungen zu Section Geyer, pag. 19.

Digitized by Google

meist welligschieferiges, auch flaseriges Gestein, in dem der Quarz in Gestalt mehr oder weniger flacher Linsen auftritt, denen sich der Glimmer innig anschmiegt, woraus jene unebene Schieferung resultirt. Meist ist das Gestein von weisslichgrüner Farbe, die jedoch durch Auftreten dunkelgefärbter accessorischer Gemengtheile Variationen erleiden kann. Der am häufigsten vorkommende Gemengtheil letzterer Art ist der Granat, der meist makroskopisch schon gut erkennbar ist, und zwar entweder frisch erscheint, wobei dann seine Krystalle (meist ∞O) als dunkle, glänzende Punkte von Hirsekorngrösse aus der Glimmerrinde hervortreten, oder aber mehr oder weniger zersetzt ist, auch vollständig ausgewittert sein kann, wobei dann das Gestein zahlreiche, oft wieder von einer rostbraunen Masse zum Theil ausgefüllte Höhlungen aufweist.

Auch durch Turmalin, der aber nur ausnahmsweise mit blossem Auge wahrzunehmen ist, und durch Ottrelith wird die Farbe des normalen hellen Glimmerschiefers mehr oder minder verändert. Die den Ottrelith führende Glimmerschiefervarietät soll an besonderer Stelle abgehandelt werden.

Infolge der Verwitterung erscheint das Gestein streckenweise rostgelb gefärbt, eine Folge der Bildung von Eisenoxydhydrat, das die Glimmermembranen mit einem dünnen Häutchen überzieht. Das ausgezeichnet schieferige Gestein wird unter dem Einflusse der Atmosphärilien zu einem morschen, leicht zerbröckelnden, zur Anfertigung von Präparaten vielfach untauglichen Material.

Die mikroskopische Untersuchung ergab Folgendes.

Der Muscovit bildet meist unregelmässig begrenzte, farblose Blättchen und Schuppen, die aber nicht selten durch ein zartes Häutchen von gelber Farbe überdeckt erscheinen, was die Untersuchung erschwert. Die in der Grösse ausserordentlich variirenden Glimmerindividuen sind entschieden der Hauptgemengtheil des Gesteins, ja streckenweise der ausschliessliche. An Interpositionen weist der Muscovit vor allem Turmalinsäulchen auf, daneben scharfe Zirkonkryställchen, an denen Formen P. ∞P leicht beobachtet werden können. Auch Rutilnädelchen und vereinzelt winzige Eisenglanztäfelchen wurden aufgefunden.

Der Quarz erscheint im Schliff in Gestalt grösserer zusammenhängender Partien, deren Körner unregelmässige gegenseitige Begrenzung haben. Daneben treten kleine Schmitzchen und Fetzchen

Digitized by Google

auf, welche sich wie jene durch Reichthum an Flüssigkeitseinschlüssen und Gasporen, letztere nicht selten reihenweise angeordnet, auszeichnen.

Der Feldspath, makroskopisch überhaupt nicht wahrzunehmen, ist auch mikroskopisch ein seltener Gast und trägt den Charakter eines accessorischen Gemengtheiles. Gelblichgrau gefärbte, stark zersetzte Körner mit kümmerlichen Resten von Zwillingsstreifung konnten mit einiger Sicherheit als ehemalige Plagioklasindividuen gedeutet werden.

Auch der Biotit fehlt in den meisten Vorkommnissen gänzlich; in einigen waren Spuren von ihm in Gestalt chloritischer Massen vorhanden. Dieselben lassen erkennen, dass sie mechanischen Deformationen unterworfen worden sind; es wurden gebogene und geknickte Blättchen beobachtet, eine Eigenthümlichkeit, die sie mit den Muscoviten und Turmalinen theilen.

Die Krystalle und Körner des Granates sind im Schnitt von blassrother Farbe oder ganz farblos, von einer Menge von Sprüngen durchzogen, von denen aus die Zersetzung in der Weise vor sich geht, dass von den Rissen aus nach dem Innern der Körner zu dunkelbraun gefärbte Partien entstehen, während gleichzeitig um das bisher farblose Mineral auch eine dicke, dunkle Rinde sich zeigt. In einem weiteren Stadium der Zersetzung erscheint dann der Granat als ein trübes, braun oder grünlich gefärbtes Aggregat, welches allem Anschein nach dem Chlorit zuzuzählen ist. In einigen Präparaten wurde in den Hohlräumen, welche die Contouren des ehemaligen, darin befindlichen Granates gut erkennen lassen, ein wasserhelles Mineral mit Aggregatspolarisation, wahrscheinlich Chalcedon, angetroffen. Die weniger verwitterten Granaten sieht man wohl auch umlagert von einem Kranze ausserordentlich feiner Muscovitschüppchen, eine Eigenthümlichkeit, die auch den grösseren Turmalinen zukommt.

Die Häufigkeit des Granates im hellen Glimmerschiefer ist sehr schwankend. Während er in manchen Vorkommnissen vollständig fehlt, in anderen nur vereinzelt zu finden ist, tritt er anderswo in solchen Massen auf, dass z. B. in einem Präparate vom Mühlholz, desgleichen vom Gastberg gegen 100 Körnchen und Kryställchen gezählt werden konnten.

Der den Granat an Häufigkeit und Constanz des Vorkommens noch übertreffende accessorische Gemengtheil ist der Turmalin. Er wurde in keinem der zahlreichen Schliffe vermisst, ist aber in

Digitized by Google

manchen Vorkommnissen geradezu massenhaft vorhanden, so dass oft Dutzende seiner wohlcharakterisirten Gestalten im Gesichtsfelde liegen. Auch die Grösse der einzelnen Individuen schwankt sehr. Während manche, wie bereits erwähnt, bis ein Centimeter gross werden, halten sich andere in den bescheidensten Grenzen, sinken zu Dimensionen herab, dass sie nur bei starker Vergrösserung zu beobachten sind. Die meist wohlausgebildeten Krystalle sind in der Regel von graubrauner, selten blauer Farbe. Nicht selten zeigen die Turmaline einen schwarzen, in der Längsrichtung verlaufenden Kern. Sie scheinen mit zuerst bei Entstehung des Gesteins verfestigt worden zu sein; denn in allen Gemengtheilen des Gesteins trifft man sie in gleich schöner Krystallisation. Die am meisten beobachteten Formen zeigen eine Combination von $R \,.\, \infty P2 \,.\, \frac{\infty R}{2}$, lassen auch häufig den hemimorphen Charakter des Minerals erkennen.

Das Eisenerz ist in dem hellen Glimmerschiefer als Titaneisen, Magnetit und in seltenen Fällen als Pyrit vertreten. Titaneisen zeigt sich in grosser Menge; minimale, regellos verstreute längliche Striemen walten vor; auch zerhackte Formen sind neben scharf begrenzten Sechsecken zu finden. Das Titaneisen ist ausserdem kenntlich an den weisslichgrauen Titaniträndern. Magnetit ist ausgezeichnet durch die mehr quadratischen Formen, ist auch durch Behandlung des Präparates mit Salzsäure nachzuweisen.

Häufig treten im normalen hellen Glimmerschiefer Zirkone auf; die wohlausgebildeten, scharf contourirten Krystalle sind zahlreich dem Quarz und dem Muscovit eingelagert. Dasselbe gilt von dem Rutil, dessen in Haufen zusammenliegende Körner infolge ihrer fast schwarzen Färbung leicht mit Eisenerz verwechselt werden können.

Der normale helle Glimmerschiefer, der den Greifensteingranit nach allen Richtungen hin umgibt, stellt sich also dar als ein welligschieferiges bis flaseriges Gestein von deutlicher Schieferung, grünlich-silberweisser Farbe, welches meist biotitfrei ist und dessen hervorragendste accessorischen Gemengtheile Granat und Turmalin sind.

II. Glimmerschiefer der näheren Umgebung des Granits.

Dieselben werden an verschiedenen Orten anstehend getroffen. Besonders günstig zur Beobachtung liegen die Verhältnisse hiezu im

Digitized by Google

Süden und Osten, da hier an den Stellen, wo ehedem bergmännischer Betrieb herrschte, das Gestein an den alten Stollen, Pingen etc. zutage tritt, während sonst meist Geröll oder Wald das anstehende Gestein bedecken. Es mussten deshalb in dieser Zone auch Lesestücke mit zur Beobachtung herangezogen werden. Dieselben zeigen oft in weit höherem Masse als die frisch geschlagenen Stücke den von dem normalen hellen Glimmerschiefer abweichenden Charakter des Gesteins. Auf den von Glimmerhäuten gebildeten Oberflächen lassen die Rollstücke, die gewöhnlich mehr oder minder stark angewittert sind, auf hellem Grunde dunkle Strahlen von nadelartiger Form erkennen, oft in solcher Menge, dass sie den Garbenschiefern anderer Localitäten sehr ähneln. Je mehr die Verwitterung vorgeschritten ist, desto deutlicher treten diese Gebilde aus dem Gestein hervor. Da diese Erscheinung an den Glimmerschiefern der weiteren Umgebung nirgends beobachtet werden kann, sie hier aber constant auftritt, so lag der Schluss nahe, das Auftreten der Andalusitsäulen, denn als solche erweisen sich die garbenförmigen Gebilde, mit der Nachbarschaft des Granits in Verbindung zu bringen. Diese Annahme wird bestätigt durch Beobachtungen am anstehenden Gestein, das man örtlich stufenweise in seiner Annäherung nach dem Granit hin verfolgen kann.

Gelegenheit hiezu bietet der sogenannte „Bergschacht", ein langer, theilweise eingestürzter Stollen, der sich von NNO auf das Granitgebiet zu hinzieht, d. h. in einer der Streichrichtung des Glimmerschiefers nahezu parallelen Richtung. Dies verdient umsomehr Beachtung, als es zugleich eine etwaige Annahme, dass der Andalusit, wie anderwärts auch hier dem Glimmerschiefer als primärer accessorischer Gemengtheil in bestimmter Schichtenlage angehöre, als unhaltbar erkennen lässt. Man kann übrigens an dem am „Bergschacht" anstehenden Gestein auch deutlicher erkennen, dass dasselbe nach dem Granit hin seinen Charakter immer mehr ändert. Der Glimmerschiefer, an dem unteren Ende des Stollens noch normal ausgebildet, lässt bei Annäherung an den Granit zunächst auf ziemlich dichtem Gesteinsgrunde einige winzige, nur 1—2 Millimeter lange, äusserst feine und nur bei genauem Hinsehen bemerkbare Nädelchen erkennen, die sich u. d. M. als Andalusitprismen herausstellen. Sie nehmen sowohl an Häufigkeit als auch an Grösse nach dem Granit hin immer mehr zu, so dass sie mit blossem Auge dann leicht wahrzunehmen

Digitized by Google

sind. Wirr und ordnungslos liegen dieselben auf den Schichtflächen und auch durch das ganze Gestein verstreut. Doch ist ihre Vertheilung keine gleichmässige; denn beim Anschlagen von Stücken, die oberflächlich zahlreiche weisslich oder dunkel gefärbte Andalusitleistchen zeigen, erblickt man auf der Schlagfläche oft gar nicht dies Mineral, und wiederum wird beobachtet, dass der Andalusit erst beim Schleifen eines Präparates in grosser Menge erscheint, während die Oberflächen sein Dasein nicht verrathen. Die Bevorzugung verschiedener Schichtflächen des Glimmerschiefers seitens des Andalusits scheint im Zusammenhange zu stehen mit dem Quarzgehalte des Gesteins. Quarzarme Lagen enthalten ihn massenhaft; in quarzreichen Modificationen des Glimmerschiefers ist er selbst mikroskopisch nur vereinzelt wahrzunehmen. Neben dem Reichthum an Andalusit zeichnet sich das Gestein in dieser Region noch dadurch aus, dass sich Biotit einstellt. Derselbe tritt erst vereinzelt auf und verursacht dann dunkle Stellen im sonst hellen Glimmerschiefer, besonders in der Umgebung der Andalusitsäulen, die sich infolgedessen noch deutlicher markiren. Meist ist freilich der Biotit stark gebleicht und in diesem Falle erst unter dem Mikroskop zu diagnosticiren. Leider ist das Gestein am „Bergschacht" nicht vollständig bis zum Contact mit dem Granit zu verfolgen; doch ist der Contact an anderen Orten aufgeschlossen und kann man auch im Osten noch mehrere dem Granit nächst benachbarte Vorkommnisse beobachten. Das Gestein verliert hier nach und nach seine sonst vollkommene Schieferung. Auf dem Querbruche, der beim Zerschlagen der Stücke gewöhnlich erfolgt, tritt der Biotit in grosser Menge deutlich hervor. Er wird zum Hauptgemengtheil des Gesteins, und die lichtgrün bis silberglänzend gefärbten Muscovitmembranen bleiben nur spärlich erhalten. Der Biotit, in Form kleiner Täfelchen auftretend, die in feinschuppigen Haufwerken beieinander liegen, verursacht nebst dem kleinkörnig gewordenen Quarz die vollkommen veränderte Textur des Gesteins, welches durchaus schuppige Beschaffenheit hat. Der Andalusit, als weissliche Partien von langnadelförmiger Gestalt inmitten der schwarzbraunen Biotitfelder gelegen, erreicht die Grösse bis zu 2 Centimeter und eine ausserordentliche Häufigkeit.

Die mikroskopische Untersuchung ergab folgendes Resultat.

Der Muscovit tritt an Bedeutung zurück. Er erscheint hier, besonders in den Gesteinen aus der nächsten Nachbarschaft des

Digitized by Google

Granites, mehr als Füllmasse zwischen den anderen, ihn an Menge des Vorkommens übertreffenden Gemengtheilen. Da er der Verwitterung nicht unterliegt, so sind auch die feinsten Schüppchen immer leicht zu erkennen. Im allgemeinen hält sich der Muscovit frei von Einschlüssen. Nur ausnahmsweise erblickt man Turmalinsäulchen, Zirkonkryställchen, sowie dunkle, staubähnliche Partikelchen, die nicht zu definiren sind.

Neben dem hellen Glimmer tritt als zweiter Hauptgemengtheil der Biotit auf. Er nimmt in dem Masse zu, als der Muscovit zurücktritt, welcher ihm und dem Andalusit Platz macht. In den den Granit begrenzenden Schichten findet er sich am häufigsten.

Die dunklen Flecke um die Andalusitleisten erweisen sich unter dem Mikroskop als dichtgedrängte Aggregate von Biotitschuppen, zwischen denen die farblosen Partien des Andalusits hervortreten. Diese Vergesellschaftung der beiden Mineralien kehrt in allen Präparaten wieder. Der Biotit scheint geradezu an den Andalusit gebunden zu sein. Ueberall bildet der Biotit die peripherische Umhüllung des Andalusits (Fig. 1), der nirgends frei von dieser „Rinde" getroffen wurde. In der Regel umlagern dichte Scharen der braunen Schuppen die Säule ihrer ganzen Ausdehnung nach. Dabei erscheint eine gewisse Regelmässigkeit in der Anordnung der Schuppen gegeneinander und gegen den Andalusit stattzuhaben. Denn die Biotitschuppen liegen mit ihrer Längsaxe senkrecht oder doch nahezu vertical zur Längsaxe des Andalusits, ein überaus charakteristisches Bild. Bei Anhäufung des Andalusits, insbesondere wenn derselbe in zahlreichen kleinen Leistchen von garbenförmiger Anordnung auftritt, ist der Zwischenraum zwischen denselben lediglich von einem feinen Biotitpflaster ausgefüllt. An den Stellen des Präparates, an welchen die sehr dünnen Andalusitleisten noch nicht angeschliffen sind, sieht man vereinzelte farblose Partien dieses Minerals zwischen den übergelagerten Biotitschuppen heraustreten, während da, wo der Andalusit weggeschliffen ist, der Haufe der übriggebliebenen braunen Schüppchen durch deren gegenseitige Anordnung sofort erkennen lässt, dass dieselben zu dem Mantel einer Andalusitsäule gehörten.

Der Biotit tritt in zweifacher Form auf. Meist sieht man unregelmässig begrenzte Schuppen von ziemlich gleichmässiger Grösse, die im Mittel 0·05 Millimeter lang sind, in dichten Scharen beisammen gelagert; daneben zeigen sich aber auch winzige, scharf contourirte sechs-

Digitized by Google

seitige Täfelchen (Fig. 2) und vierseitige Verticalschnitte, die höchstens 0·01 Millimeter gross sind. Erstere finden sich überall, letztere wurden nur in der Contactzone beobachtet, und zwar den Andalusit zahlreich umlagernd, auch als Einschlüsse im Quarz. Im frischen Zustande zeichnet sich der Biotit durch eine chocoladenbraune Farbe aus, die sowohl den grösseren als auch den kleinen Schüppchen zukommt, auch den Biotittäfelchen eigen ist, die grössere, schwärzlich gefärbte Nester in der Contactzone bilden.

Bei der Zersetzung, der diese Gesteine mehr als die Einschlüsse im Granit unterworfen sind, verliert der Glimmer die braune Farbe und auch den starken Pleochroismus, der ihn im frischen Zustande auszeichnet. Die Ausbleichung beginnt an den Rändern, die zuerst ein grünliches Aussehen bekommen, und schreitet nach der Mitte zu, die anfangs noch lebhaft polarisirend war, vorwärts. In einem weiteren Stadium der Ausbleichung erscheint dann die ganze Schuppe hellgrau, und bei einem derartigen Zustande ist der Biotit makroskopisch überhaupt nicht mehr wahrnehmbar, auch nicht in den dem Granit nächst benachbarten Schiefern, also den biotitreichsten Varietäten. Die Zersetzung trifft nicht alle Individuen gleichmässig; infolgedessen sieht man im Gesichtsfelde neben schon sehr stark umgewandelten Täfelchen noch vollständig frische liegen. Besonders die oben erwähnten, als Interpositionen im Quarz auftretenden polygonalen Täfelchen sind frei von Spuren einer Zersetzung.

Die Glimmer sind reich an Einschlüssen von kleinen Zirkonen die in ihnen pleochroitische Höfe (Fig. 1 und 2) hervorrufen, deren manchmal mehrere in einer Glimmerschuppe angetroffen werden. Auch feine, lange Rutilnädelchen und Eisenerzpartikel wurden beobachtet.

Der Andalusit erscheint unter dem Mikroskop in der Regel in Gestalt langer, schmaler Säulen, die in ihrer Längsrichtung zumeist geradlinig und deutlich krystallin verlaufen, während die kurzen Seiten meist undeutlich conturirt sind und nur in ganz seltenen Fällen Basis und Doma erkennen lassen. Querschnitte der Säulen gehören auch zu den Ausnahmen, da der Andalusit meist in der Richtung der Schieferung eingelagert ist, wie das auch schon eine makroskopische Betrachtung zeigt. In der Regel liegen die Andalusite ziemlich gleichmässig im Schliffe verstreut. Seltener treten sie zu Nestern und büscheligen Aggregaten zusammen und übertreffen dann zuweilen an Menge sogar den Biotit.

Digitized by Google

In den meisten Fällen erscheint der Andalusit frisch und dann pflegen wohl auch die Säulen, vor allem die kurzen, gedrungenen Individuen einen lebhaften Dichroismus (Fig. 2) zu zeigen. Derselbe lässt alle Nuancen von blassrosaroth bis blutroth (c) erkennen, a gewöhnlich farblos, selten grünlich. Der Pleochroismus erstreckt sich aber nur selten über den ganzen Durchschnitt, beschränkt sich vielmehr oft auf einzelne Theile, gewöhnlich den Kern. Die Dimensionen der Andalusitleisten wechseln von 1 Millimeter bis über 2 Centimeter Länge und 0·1—2 Millimeter Breite. Einige der farblosen Nadeln erstrecken sich über das ganze Präparat hinweg. Unter dem Mikroskop beobachtet man häufig Spaltrisse, welche, entsprechend der Spaltbarkeit des Andalusits, hauptsächlich in der Längsrichtung verlaufen, andere parallel zur Basis. Die Quersprünge treten infolge des Durchdrungenseins von Eisenoxydhydrat durch ihre gelbe Farbe manchmal deutlich hervor.

Bei der Zersetzung, welcher der Andalusit lange widersteht, trübt sich die bis dahin farblose Masse. Die Leisten haben dann ein schmutziggelbes oder graues, selten ein grünlichgraues Aussehen. Die Zersetzung beginnt an den Rändern und schreitet nach den inneren Partien derart vorwärts, dass im Durchschnitte unregelmässige, spitzige, zackige und dornige Partien in die noch frische Masse hineinragen. Verschiedene Theile eines und desselben Individuums zeigen dabei verschiedene Grade der Umwandlung; während das eine Ende schon stark angegriffen ist, blieb das andere noch frisch und deutlich pleochroitisch. Der Andalusit verliert bei der Zersetzung bald die einheitliche Polarisation, an deren Stelle Aggregatpolarisation tritt. Dabei ergibt sich in der Folge die Merkwürdigkeit, dass stark zersetzte Theile sich wieder ausbleichen und frisch und farblos erscheinen, die Mitte dagegen getrübt ist. Zwischen gekreuzten Nikols erkennt man aber, dass die äussere, farblose Andalusitpartie bereits vollständig in Muscovitpartikelchen umgewandelt ist, während der Kern noch nicht so weit gediehen ist und noch einheitlich polarisirt. Die Zersetzung wird übrigens durch die Quersprünge beschleunigt; denn an denselben greifen von beiden Seiten die bräunlichgrauen faserigen Partien am weitesten nach der Mitte vor. In dem Stadium der vollständigen Umwandlung erscheinen im Handstücke die Andalusite als helle, gelblichgraue Leisten neben dem ausgebleichten Biotit. Vielleicht hat Naumann, als er die Gesteine der nächsten Um-

Digitized by Google

gebung des Granites als Gneis bezeichnete, die weissliche, trübe Andalusitsubstanz des Gesteines für Feldspath gehalten, mit dem er in der That makroskopisch leicht verwechselt werden kann, besonders in den Vorkommnissen, in welchen der Andalusit mehr als körnige Masse auftritt. Bezüglich der Einschlüsse im Andalusit ist zu bemerken, dass sich einerseits eine Menge der Säulen und Körner nahezu frei von solchen erweist, dass aber die Interpositionen andererseits in grossen Mengen auftreten. Biotittäfelchen, Spinellkryställchen, Eisenerzkörnchen und Muscovitschüppchen sieht man zahlreich eingelagert, auch Turmalin und Eisenglanz, in manchen Vorkommnissen auch massenhaft staubähnliche, kohlige Partikelchen. Ferner gehört der Quarz zu den Einschlüssen. Derselbe verursacht, in der Form zahlreicher rundlicher Körnchen dem Andalusit eingelagert, ein netzartig durchbrochenes oder skeletartiges Aussehen desselben. Ausser den eigentlichen Einschlüssen ist hier derjenigen Gemengtheile des Gesteins zu gedenken, die nur zum Theil in den Andalusit hineinragen, während die entgegengesetzten Enden ausserhalb desselben liegen. Es ist diese Erscheinung am Biotit sowohl, als auch am Turmalin wahrzunehmen. Der Andalusit hat bei seiner Entstehung diese Gemengtheile richtig durchwachsen.

Neben dem Andalusit tritt als Seltenheit noch die zweite Form des reinen Thonerdesilicats, der Sillimanit, auf. Er wurde gefunden in einem bei Sign. 716·5 anstehenden Gestein, und zwar neben dem Andalusit. Er erscheint nicht in Form der bekannten feinen Faserbüschel, sondern in kürzeren, rechteckigen Säulen, die sich durch ihr optisches Verhalten von dem Andalusit unterscheiden lassen, indem nämlich bei ihnen die Verticalaxe positiven Charakter besitzt. Der Sillimanit ist ausserdem charakterisirt durch scharf und geradlinig verlaufende Quersprünge und zahlreiche Gasporen und Flüssigkeitseinschlüsse. Ueber das Zusammenauftreten von Sillimanit und Andalusit in den granitischen Contacthöfen berichten schon Lacroix[1]), sowie Michel Lévy und Termier.[2])

Der Quarz zeigt sich in mehrfacher Hinsicht verschieden von dem der normalen Glimmerschiefer. Während er in diesen grössere Schmitzen und Linsen darstellt und unter dem Mikroskop unregel-

[1]) Bull. soc. minéral., XI. 1888, 150; XII. 1889, 59.
[2]) Bull. soc. minéral., XII. 1889, 56.

Digitized by Google

mässig geformte Körner von verschiedener Grösse zeigt, bildet er hier zwar auch derbe Lagen, doch bestehen dieselben aus einem sehr feinkörnigen Material. Die Körnchen sind in ihrer Grösse nur wenig schwankend, und ihre gegenseitige Begrenzung erinnert manchmal lebhaft an die Pflasterstructur anderer Contactgesteine. Natürlich kommt diese Eigenthümlichkeit nur den dem Granit nächst benachbarten Schichten zu. Die Quarze derselben sind überdies ausgezeichnet durch Reichtum an rundlichen (Fig. 2) oder polygonalen Biotittäfelchen von auffallend schöner Frische. Auf diese, dem Quarze von Contactgesteinen eigenthümlichen Interpositionen weisen schon Sauer[1]) und Reinisch[2]) hin. Auch enthält der Quarz massenhaft Flüssigkeitseinschlüsse mit zum Theil beweglicher Libelle, Schwärme von Gasporen und scharfe Zirkonkryställchen.

Turmalin fehlt in keinem der zahlreichen Präparate; nur ist auch hier die Häufigkeit seines Vorkommens eine sehr schwankende. Aus dem constanten Vorhandensein in allen Vorkommnissen der weiteren und näheren Umgebung des Granites ist aber mit Sicherheit der Schluss zu ziehen, dass der Turmalin nicht contactmetamorphischen Ursprunges ist, was Stelzner[3]), der den Turmalin makroskopisch und in bedeutender Menge beobachtet hatte, anzunehmen geneigt war, „indessen wegen Mangel genügender Aufschlüsse den Beweis nicht führen zu können" erklärte. Es wurde im Gegentheile beobachtet, dass gerade die Stücke aus der Contactzone im allgemeinen wenig Turmalin aufweisen; man hat es da eben mit einer turmalinarmen Modification des Glimmerschiefers zu thun. Gegen die Ansicht, der Turmalin sei das Product eines durch den Granit veranlassten metamorphischen Processes, spricht auch der Umstand, dass in den Glimmerschiefern öfters geknickte und zerbrochene Turmalinsäulchen neben völlig unverletzten Andalusitleisten beobachtet worden. Einige der Präparate enthalten den Turmalin in unglaublicher Menge. So wurden in einem Stücke vom Nordabhange im Gesichtsfelde bei Vergrösserung 1:57 über 100 Kryställchen gezählt. In Form und Farbe stimmt der Turmalin dieser Gesteine überein mit dem vorher beschriebenen der normalen hellen Glimmerschiefer. In einem Prä-

[1]) Sauer, Sect. Meissen, pag. 43.

[2]) Reinisch, Einschlüsse im Granitporphyr etc., Tschermak's Mitth., XVI. B., 1896, pag. 469.

[3]) Ebendas., pag. 38.

Digitized by Google

parate fanden sich zahlreiche Turmaline mit zerfaserten Enden an den beiden kurzen Seiten der undeutlichen Säulen. Ausser diesem primären Turmalin wurde mehrfach ein anders gearteter, secundärer beobachtet, von dem später die Rede sein wird.

Der Granat findet sich ebenfalls ziemlich häufig, sowohl im frischen, als auch im zersetzten Zustande. Der Zirkon erscheint weitverbreitet in Gestalt winziger, wohlausgebildeter Kryställchen. Sehr häufig ist Rutil vorhanden, dessen Körner in dichten Haufen zusammenliegen und leicht für opakes Erz gehalten werden können. Diese meist mit Biotit vergesellschafteten Rutilhaufen sind besonders den Gesteinen aus der unmittelbaren Nachbarschaft des Granites charakteristisch. Erst bei starker Vergrösserung erkennt man die dicht zusammenliegenden, scharf umrandeten, honiggelben Körner. Grössere dunkelgefärbte Körner in einigen schon stark zersetzten Glimmerschiefern erweisen sich ebenfalls als aus einem Gewebe zarter Rutilnadeln zusammengesetzt, die sich in Winkeln von 60° schneiden.

Der Eisenglanz erscheint sowohl in Form von Körnern als auch undeutlich hexagonalen Täfelchen, und zwar gern als Umhüllung oder Einschluss von Quarz und Andalusit. Bei seiner Zersetzung entstehen braune bis röthlichbraune Körner, die neben den ebenfalls der Zersetzung anheimgefallenen Magnetitpartikelchen in grosser Menge im Gestein verstreut liegen.

Als seltene Gäste sind einige Staurolithkryställchen zu erwähnen, welches Mineral in den Glimmerschiefern der Section Geyer von Schalch[1]) mehrfach beobachtet worden ist. Sämmtliche untersuchte Stücke waren frei von Feldspath oder dessen Zersetzungsproducten. Vereinzelt tritt in der Grenzzone des Glimmerschiefers Fluorit auf, worauf an anderer Stelle zurückzukommen sein wird.

Die mikroskopische Untersuchung der Gesteine der näheren und nächsten Umgebung des Granites lässt erkennen, dass sich dieselben wesentlich von den vorher beschriebenen, als normale helle Glimmerschiefer bezeichneten, unterscheiden. Damit erhält die auf Grund der makroskopischen Betrachtung ausgesprochene Ansicht, dass der normale helle Glimmerschiefer eine Umwandlung durch Einwirkung des Granites erfahren habe, eine Stütze. Die Intensität der stattgehabten Umwandlung lässt sich auch mikroskopisch

[1]) Ebendas., pag. 23.

Digitized by Google

stufenweise verfolgen und äussert sich am stärksten bei den mit dem Granit in Contact stehenden Schiefern.

Das Resultat der Beobachtungen an den Glimmerschiefern lässt sich folgendermassen zusammenfassen:

Die Umwandlung, welche die Schiefergesteine des Greifensteins von Seiten des Granites erfahren haben, äussert sich in zweifacher Weise. Die Umwandlung betrifft

1. Die mineralische Zusammensetzung des Gesteins.

2. Die Textur des Gesteins.

Der normale helle Glimmerschiefer enthält als Hauptgemengtheile Quarz und Muscovit, als wichtigste accessorische Turmalin und Granat. Der veränderte Glimmerschiefer zeigt dieselben Bestandtheile; dazu treten aber noch, und zwar in einer mit der Annäherung an den Granit stetig wachsenden Menge, Biotit und Andalusit. Der normale helle Glimmerschiefer ist ausgezeichnet durch eine deutliche, mehr oder weniger wellige Schieferung. Dieselbe geht im Glimmerschiefer mit der Annäherung an den Granit nach und nach verloren; das Gestein erhält ein kleinschuppiges bis feinschuppiges Gefüge.

Ueber die Grenzen der Zone der durch den Granit metamorphisch veränderten Gesteine lassen sich im allgemeinen nur Muthmassungen anstellen, da die Aufschlüsse zur Feststellung und Einzeichnung eines Contacthofes ungenügend sind. Nach Osten zu sind Spuren der Contactwirkung bis zu einer Entfernung von circa 300 Meter vom Granit wahrzunehmen. Bei dieser Angabe wird vorausgesetzt, dass die Grenze des Granites, die nach dieser Richtung hin nicht aufgeschlossen vorliegt, von Schalch richtig gemuthmasst ist. Nach Süden zu erhält man noch grössere Masse für den Contacthof. Denn Gesteine vom Eingange der alten Grube Gahrisch im Greifenbachthale zeigen deutlich die Spuren der Contactwirkung. Dies erklärt sich aber daraus, dass der Granit den Glimmerschiefer an dieser Stelle in nur geringer Tiefe unterlagert und thalaufwärts von dieser Localität auch zu Tage tritt (am Fusswege nach Geyer).

Die Art der Contactwirkung des Granites auf umgebenden hellen Glimmerschiefer, wie sie vorstehend beschrieben wurde, ist übrigens bereits an anderen Orten, auch des Erzgebirges, in genau derselben Weise beobachtet worden. So berichtet Schalch in den

Digitized by Google

1884 und 1885 erschienenen Erläuterungen zu den Sectionen Schwarzenberg [1]) und Johanngeorgenstadt [2]) von Umwandlungen eines hellen Glimmerschiefers durch Granit, die sich auch in zwiefacher Hinsicht geltend machen, nämlich bezüglich der mineralischen Beschaffenheit „durch mehr oder weniger beträchtlichen Gehalt an Biotit und Andalusit", und bezüglich der Textur „durch ein ausgesprochen klein- bis feinschuppiges Gefüge". Auch Schalch unterscheidet dabei verschiedene Stadien der Metamorphose, welche am stärksten sich kundgibt in den mit dem Granit zunächst in Berührung kommenden Schichten. Er findet es auch bemerkenswert, „dass der Granat im Bereiche der Umwandlungssphäre mit einer gewissen Constanz fast überall wiederkehrt", ein auch den Glimmerschiefern des Greifensteins zukommendes Charakteristicum, das aber, wie die mikroskopische Untersuchung darthut, in diesem Gebiete bestimmt nicht im Zusammenhange steht mit der Nachbarschaft des Granits, wie auch der constant in allen Glimmerschiefern, normalen wie umgewandelten, wiederkehrende Turmalin als Contactmineral nicht anzusehen ist.

Das Vorhandensein eines Contacthofes am Greifenstein ist seinerzeit bei der geologischen Landesuntersuchung übersehen worden, was um so eher erklärlich ist, als die Aufschlüsse makroskopisch nicht in dem Masse die Umwandlung des Glimmerschiefers erkennen lassen, wie dies anderswo infolge günstigerer Verhältnisse der Fall ist, und die Untersuchung der betreffenden Gesteine zu einer Zeit (1876 und 1877) stattfand, in welcher die Kriterien einer Charakteristik von Contactwirkungen des Granits auf krystalline Schiefer noch nicht so scharf erkannt waren wie im Laufe der späteren Jahre, und überhaupt die mikroskopische Diagnose der gesteinsbildenden Mineralien sich noch in anfänglicher Entwickelung befand.

III. Ottrelithschiefer.

Mit diesem Namen wird ein Gestein bezeichnet, welches sich makroskopisch nur wenig durch seine Farbe von dem normalen hellen Glimmerschiefer unterscheidet. Statt des lichtsilberweissen Aussehens dieses Gesteins, verursacht durch ausgedehnte Muscovitmembranen, ist der Ottrelithschiefer, ausgezeichnet durch eine eigenthümliche bläulich-

[1]) Ebendas., pag. 112 ff.

[2]) Ebendas., pag. 94.

Digitized by Google

grüne Farbe, die sich entweder über grössere Partien des Gesteins erstreckt, oder aber nur auf kleinere Stellen beschränkt, die inmitten normal aussehenden Glimmerschiefers liegen. Man kann den Ottrelithschiefer als eine Modification jenes bezeichnen, gegen den er auch nicht scharf abgegrenzt ist, sondern in den er allmählich übergeht. In vielen Fällen ist es schlechterdings unmöglich, makroskopisch das Vorhandensein des Ottreliths festzustellen.

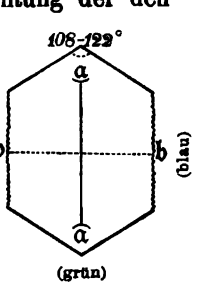
Das Mineral wurde denn auch ganz zufällig gefunden bei der mikroskopischen Untersuchung einiger als Glimmerschiefer gesammelter Stücke vom Nordostabhange des Greifensteins. Erst später ist das ottrelithführende Gestein anstehend getroffen worden auf der Ostseite des Greifensteins an einem alten eingestürzten Stollen, nicht weit entfernt vom Granit. Da trotz sorgfältigen Absuchens der anderen Abhänge dasselbe weder als Lesestein noch anstehend gefunden worden ist, so ist anzunehmen, dass das Vorkommen des Ottreliths sich auf die Ost- und Nordostseite beschränkt. Ueber die Grenzen der Verbreitung nach dieser Richtung hin lassen sich bestimmte Ansichten nicht äussern. Es ist möglich, dass der Ottrelith auch am Gastberge und nach dem Mühlholz zu vorkommt, wie einige dort gefundene Lesesteine vermuthen lassen, die jedenfalls der obenbezeichneten Localität nicht entstammen.

Das ottrelithführende Gestein ist immer weich und blättrig. Der Ottrelith bildet untermengt mit dem Muscovit ausgedehnte, die Quarzlinsen und -Schmitzen dicht umhüllende Häute. Aus denselben ragen vereinzelt hirsekorngrosse, frische Granaten hervor, die sich mühelos ausbrechen lassen und scharfe Krystallform (∞O) zeigen. Dieselben sind an einem anderen Vorkommnis als winzige schwarze Pünktchen massenhaft zu beobachten. In dem anstehend gefundenen Ottrelithschiefer ist auch der Andalusit vorhanden, ein Zeichen, dass das Gestein gleich dem Glimmerschiefer contactmetamorphisch verändert wurde. Die feinen, einige Millimeter langen, weisslichen Andalusitnädelchen treten deutlich aus dem blaugrünen Gestein hervor.

Die mikroskopische Untersuchung lässt als die beiden Hauptgemengtheile Muscovit und Ottrelith erkennen. Zwischen den wasserhellen Schüppchen des ersteren gewahrt man überall zahlreiche längsliegende oder quergestellte Ottrelithtäfelchen und -Leistchen verstreut, die an manchen Stellen den Muscovit fast gänzlich verdrängen. Die einzelnen Individuen sind ausnahmslos von nur mikro-

Digitized by Google

skopischer Grösse, im Mittel 0·1 Millimeter lang und ebenso breit, die quergestellten Täfelchen, die als Leisten erscheinen, je nach Lage 0·01—0·04 Millimeter breit. Je dicker das Präparat ist, umsomehr heben sich die grün- oder blaugefärbten Täfelchen aus dem farblosen Glimmer ab. Am Rande des Schliffes sind die Ottrelithe dagegen nahezu farblos. Die Blättchen lagern häufig übereinander und wirr durcheinander. Sie sind unregelmässig begrenzt, meist von rundlicher Form. Selten lassen sich undeutliche polygonale Umrisse erkennen. Bei diesen gewöhnlich pseudohexagonalen Formen erscheinen dann zwei einander gegenüberliegende Kantenwinkel meist ziemlich scharf begrenzt und ergeben Werte von 108—122°. Die anderen Seiten verlaufen undeutlich parallel. Die Polarisationsfarben der Blättchen sind sehr wenig lebhaft, oft gar nicht wahrzunehmen, da die Blättchen bei ihrer ausserordentlichen Dünne von anderen Ottrelithblättchen oder Muscovitschüppchen über- oder unterlagert werden. Die Auslöschung erfolgt scheinbar in der Richtung der den stumpfen Prismenwinkel halbirenden *a a* der nebenstehenden Zeichnung. Im convergenten polarisirten Licht zeigt sich ein ziemlich deutliches Axenbild, welches erkennen lässt, dass die Ebene der optischen Axen ein klein wenig von der Geraden *a a* abweicht, indem der Bisectricenaustritt etwas schief erfolgt. Die Doppelbrechung ist sehr gering und positiv, der Axenwinkel sehr gross, $>50^0$, die Dispersion stark. Die Absorption in der Richtung *a a* ist etwas stärker als senkrecht darauf. Die Farbe ist in ersterer Richtung lavendelblau, in der anderen grün. Der Pleochroismus wächst mit der Dicke des Blättchens; sehr dünne Blättchen zeigen das Schema *b* = farblos bis lichtblau, *c* = hellgelblichgrün.



Die basischen Schnitte des Ottrelithes, welche in jedem Präparat entschieden vorwiegen, sind sammt und sonders dadurch ausgezeichnet, dass sie zahlreiche, äusserst feine, unregelmässige Spaltrisse haben, die sich besonders da häufen, wo mehrere Blättchen übereinander liegen. Neben den rundlichen Täfelchen sieht man hie und da kürzere und längere Leisten, welche man wohl auf den ersten Blick für Hornblende halten könnte, wenn nicht verschiedene Uebergangsstadien von jenen Blättchen bis zu diesen undeutlich rechteckigen Leisten mit Sicherheit erkennen liessen, dass man es mit quer-

Digitized by Google

gestellten, also zu *OP* geneigten oder senkrecht zur Basis erfolgten Schnitten von Ottrelith zu thun hat. Diese Leisten sind ebenfalls deutlich pleochroitisch; sie lassen hie und da einfache Zwillingsbildung erkennen. Hingegen konnte eine polysynthetische Verzwillingung, wie sie den grossen, porphyrisch eingesprengten Krystallen im Gestein von Ottrez eigen ist, nicht wahrgenommen werden.

Der Ottrelith enthält als Einschlüsse zahlreiche scharfe Zirkonkryställchen, auch Rutilnadeln und vor allem Eisenerzpartikel. Flüssigkeitseinschlüsse scheinen zu fehlen, hingegen sind Gasporen häufig zu beobachten. Zersetzungserscheinungen am Ottrelith wurden nicht wahrgenommen. Der Ottrelith des Gesteins vom Greifenstein hat grosse Aehnlichkeit mit den ganz kleinen Ottrelithblättchen im Schiefer von Ottrez. Sowohl in der bläulichgrünen Farbe, als auch in Bezug auf die Spaltrisse, Orientirung der optischen Axen und Interpositionen stimmen sie gegenseitig überein. Isolirungsversuche der Ottrelithblättchen zwecks einer genaueren chemischen Prüfung sind nicht gelungen, da dieselben sich nicht von den Muscovitschüppchen vollständig trennen liessen.

Ausser dem Ottrelith scheint noch ein anderes Glied der Chloritoidgruppe in den Gesteinen des Greifensteins vertreten zu sein. Es ist dies ein in Form büscheliger oder garbenförmiger Aggregate oder parallel gelagerter, quergestellter Schuppen auftretendes Mineral von grüner Farbe, welches sehr schwach lichtbrechend, aber deutlich pleochroitisch ist, hiebei die Farben bläulichgrün-hellgelb zeigend. Des starken Pleochroismus und der Polarisationsfarben wegen darf man es nicht zum Chlorit zählen, mit dem es sonst Aehnlichkeit hat. Dieses Chloritoidmineral, welches nur selten beobachtet wurde, stimmt in vieler Hinsicht mit dem von Schröder[1]) beschriebenen Chloritoid aus dem voigtländischen Phyllit überein. Der Granat des Ottrelithschiefers vom Greifenstein, in einem Vorkommnis in unglaublicher Menge vorhanden, erscheint unter dem Mikroskop in Gestalt wasserheller bis röthlich gefärbter Kryställchen und Körner, die sowohl auf den zahlreichen Sprüngen wie auch an ihrer Peripherie mit einer braungefärbten Zersetzungsschicht versehen, auch von einem Kranze winziger Muscovitschüppchen umgeben sind.

Der Turmalin kommt in dem einen Ottrelithschiefer in zwei Generationen vor. Einmal beobachtet man eine Fülle von grösseren

[1]) Z. f. d. g. N., Bd. LIV, 84, H. 4.

Digitized by Google

bis minimalen Krystallen von brauner Farbe (Fig. 5), oft mit dunklem Kern; daneben sieht man stengelige Aggregate, deren Individuen parallel gelagert sind und das Absorptionsschema c = farblos, a = kornblumenblau zeigen. Sie gleichen dem an anderer Stelle noch zu erwähnenden, garbenförmig auftretenden Turmalin des Glimmerschiefers und sind in beiden Fällen als Spaltenausfüllungsmaterial zu betrachten.

Sehr reichlich tritt das Eisenerz in den Ottrelithschiefern hervor (Fig. 5). Quadratische Formen des Magnetits nebst Leisten und Stäbchen des Titaneisens erfüllen das Gestein und tragen in ihrer Gesammtheit bei zur dunklen Färbung desselben. Besonders die Stellen, die dicht aneinander gelagerte Ottrelithblättchen zeigen, sind angefüllt mit grösseren und kleineren Eisenerzkörnern.

Neben den nadelförmigen Gebilden des Rutils tritt als seltener Gemengtheil auch der Graphit auf, dessen kleine, wohl ausgebildete Kryställchen zwischen dem Muscovit und Ottrelith eingelagert sind.

Wie schon erwähnt, ist das Ottrelithgestein vom „Bergschacht" ebenfalls vom Granit umgewandelt worden. Beweis dafür sind die circa 4 Millimeter langen Andalusitleistchen, die unmittelbar von einem kleinen Kranze von Biotitschüppchen umgeben sind, die sich alle in einem fortgeschrittenen Stadium der Zersetzung befinden. Weiter nach dem Granit hin nimmt der Biotit an Häufigkeit zu, Ottrelith und Muscovit treten zurück.

IV. Glimmerschiefereinschlüsse im Granit.

Die Einschlüsse sind am besten zu beobachten in dem unmittelbar am Greifensteingasthause nach Süden zu gelegenen grossen Steinbruche, welcher von altersher manches Material für Sammlungen geliefert hat. Es findet sich dort eine Anzahl grösserer und kleinerer Fragmente. Während die kleinsten nur wenige Centimeter im Durchmesser halten, sind auch Schollen von ganz bedeutenden Dimensionen vorhanden. Die grösste derselben ist nahezu 15 Meter lang und 4 Meter breit, scheint sich dazu nach Aussage des Besitzers des Steinbruches nach unten noch zu verbreitern. Auch in einem am Westabhange befindlichen, derzeit offen gelassenen Steinbruche werden einige grössere Einschlüsse angetroffen. Die Granite der nach Osten und Norden zu gelegenen Steinbrüche scheinen keine Fragmente zu führen, wenigstens konnten trotz mehrfachen sorgfältigen Absuchens keine entdeckt werden.

Digitized by Google

Die vom Granit eingeschlossenen Bruchstücke gehören in ihrer Mehrzahl dem Glimmerschiefer an. Ausserdem wurden aber an beiden obenbezeichneten Localitäten Einschlüsse beobachtet, die sich durch ihr dunkel- bis schwärzlichgrünes Aussehen auszeichnen und unter dem Mikroskop als ein Hornblendegestein erkennen lassen. Endlich findet sich noch als vereinzelt auftretend im Steinbruche am Gasthause ein circa 1 Meter im Durchmesser haltender Quarzitblock vor. Ueber diese beiden Arten der Einschlüsse soll später gesprochen werden.

Die Glimmerschieferfragmente unterscheiden sich wesentlich von dem normalen hellen Glimmerschiefer des Greifensteins, ähneln aber den Glimmerschiefern der nächsten Umgebung des Granits. Auffallend ist auch bei den Einschlüssen die dunkle Farbe. Dadurch heben sie sich stark aus dem biotitarmen und daher sehr lichtgefärbten Granit ab, gegen den sie scharf abgegrenzt sind. Der Biotit ist der vorherrschende Gemengtheil des Gesteins. Einzelne Partien desselben bestehen nur aus Biotit, dessen sehr kleine, innig aneinander geschmiegte Schüppchen manchmal Nester bilden, wie sie an der Contactzone gar nicht selten zu finden sind. Der Muscovit tritt stark zurück. Wo das Gestein die alten Schieferungsflächen zeigt, erkennt man noch kleine Partien zusammenhängender Membranen. Da aber der Bruch beim Anschlagen des Gesteins meist senkrecht zur Schieferung erfolgt, so ist der Muscovit meist erst unter dem Mikroskop wahrzunehmen. Den Fragmenten ermangelt gänzlich die vollkommene Spaltbarkeit, welche dem normalen hellen Glimmerschiefer zukommt. Der Quarz des Gesteins erweist sich insofern verändert, als die linsenartigen, derben Lagen sehr feinkörnig geworden sind und sich mit dem Biotit sehr fest verbunden haben.

Manche der Bruchstücke besitzen eine Menge hirsekorngrosse, weissliche Flecken; auch auf dem Querbruche sind grössere, gleich lichtgefärbte Stellen zu erkennen. Sie können erst im Schliffe diagnosticirt werden, und erweisen sich dann als Andalusit oder Feldspath. Das Auftreten des letzteren ist um deswillen nicht verwunderlich, als der Granit bei seinem Emporquellen auch den Gneis durchbrochen und Schollen dieses Gesteins mit emporgeführt hat. Doch sind derartige Einschlüsse ziemlich selten.

Die Glimmerschieferfragmente sind häufig von hellen Adern durchzogen. Stelzner erkannte sie als Trümer des Granits. Der-

Digitized by Google

selbe hat den Glimmerschiefer gesprengt und die Risse und Spältchen sind dann durch Granitmaterial ausgefüllt worden. Schon Mohs und Bonnard weisen auf diese Erscheinung hin, ohne sie zu erklären.

So lässt bereits die makroskopische Untersuchung erkennen, dass der Granit umgestaltend auf die Fragmente eingewirkt hat; mechanisch durch Zertrümmerung derselben, andererseits indem der Glimmerschiefer eine ganz andere Textur erhalten hat und biotitreich geworden ist. Die mikroskopische Untersuchung zahlreicher Einschlüsse ergibt aber den Beweis, dass hinsichtlich der mineralischen Zusammensetzung noch andere Umänderungen durch Einwirkung des Granits vor sich gegangen sind. In dem Gestein finden sich nämlich ausser den zwei Hauptgemengtheilen des normalen hellen Glimmerschiefers, dem Muscovit und dem Quarz, und dem schon makroskopisch erkennbaren Biotit und Andalusit noch Topas und Flussspath.

Der Biotit bildet kleine Täfelchen oder Leisten. Sie differiren erheblich hinsichtlich ihrer Grösse, erhalten aber nur äusserst selten eine Ausdehnung, dass man sie einzeln makroskopisch auffinden kann. Die Täfelchen und Leisten liegen ungleich im Gestein verstreut. Schichten des Biotits, untermengt mit den Schuppen des Muscovits, wechseln mit Lagen von Quarzkörnchen und lassen somit eine gewisse Parallelstructur erkennen, was ziemlich häufig der Fall ist, da ja das Gestein gewöhnlich senkrecht zur Schieferung beim Anschlagen springt. Andere quarzarme Stücke zeigen die Biotitschuppen gleichmässig und in grosser Anzahl vertheilt.

Die Schuppen sind allseitig scharf umgrenzt; nirgends trifft man die, den dunklen Glimmern der krystallinen Schiefer charakteristischen ausgefransten Formen. Viele der kleinsten Blättchen sind deutlich polygonal contourirt, meist vier- oder sechsseitig. Eine grosse Anzahl der Glimmertäfelchen ist an den Rändern lappig ausgebuchtet und von einem farblosen Mineral (dem Fluorit) umgrenzt, der alle diese Ausbuchtungen erfüllt. Die Glimmer quarzarmer Modificationen (Fig. 3) sind besonders hiedurch ausgezeichnet. Eine gleiche Erscheinung wurde überdies an den Glimmerschieferfragmenten des Geyer'schen Stockwerks beobachtet. Hier wie da ist der Glimmerschiefer ganz feinschuppig, nahezu dicht und stellt ein inniges Gemenge dar aus Biotit, Topas und Quarz.

Digitized by Google

Der Biotit der Fragmente ist von chocolade- bis hellbrauner Farbe; der Pleochroismus gibt auch sehr helle Töne. Alle Glimmerschuppen sind von ausgezeichneter Frische. Zersetzungserscheinungen oder Ausbleichung, bei den Biotiten der Contactzone sehr oft vorkommend, können bei den Einschlüssen nur ganz selten beobachtet werden.

Auffallend sind die zahlreichen Interpositionen des Biotits. Ueberall erblickt man stark lichtbrechende Körnchen und Kryställchen des Zirkons, die pleochroitische Höfe von oft bedeutendem Umfange verursachen. Die Körnchen sind oft in grösserer Anzahl (bis 20) in einer Schuppe eingelagert und bringen eine förmliche dunkle Fleckung hervor. Wenn die Zirkone dicht beieinander liegen, so erzeugen sie wohl auch einen gemeinschaftlichen dunkeln Hof. Andererseits werden aber diese Höfe hervorgebracht durch den Topas, und da dieser erst bei der Eruption des Granits in dem Glimmerschiefer entstanden ist, so kann dies zugleich als ein Beweis für die secundäre Natur des Biotits gelten, bei dessen Verfestigung der Topas jene dunklen Höfe erzeugte. Der Topas ist verhältnismässig selten mit dem dunklen Glimmerhof umgeben; viele der Körner, besonders die kleineren haben keinen Einfluss auf den Biotit, zu dessen Interpositionen auch sie zählen, ausgeübt. Zu denselben gesellt sich noch der Rutil, dessen dünne, stark lichtbrechende Nädelchen an manchen Stellen den Biotit erfüllen. Mehr noch erscheint er in Gestalt von körnigen Haufen, die sich mitunter in grösserer Ausdehnung durch die Glimmerlagen hinziehen. Die Rutilhaufen sind undurchsichtig und können daher leicht mit Eisenerzpartien verwechselt werden, die gleichfalls zugegen sind, aber an Häufigkeit des Vorkommens hinter dem Rutil zurückstehen, wie die Behandlung eines Präparates mit Salzsäure ergibt.

Der Muscovit spielt dem dunklen Glimmer gegenüber, sowie überhaupt in den Einschlüssen nur eine untergeordnete Rolle. In manchen der untersuchten Stücke fand er sich nur ganz vereinzelt zwischen den Biotitschuppen. Er gleicht im übrigen völlig dem Muscovit der Glimmerschiefer der benachbarten Gesteine.

Der Quarz ist durchaus körniger Natur. Manche seiner Partien erscheinen aus recht kleinen Individuen zusammengesetzt und verrathen durch ihr lagenweises Auftreten die ehemalige Schiefernatur des Gesteins. In einzelnen Fällen lassen sie, wie dies schon von den Glimmerschiefern der nächsten Umgebung berichtet wurde, mehr

Digitized by Google

oder minder gut die sogenannte Pflasterstructur erkennen. Die Quarzkörner sind dann ziemlich regelmässig und geradlinig polygonal gegeneinander abgegrenzt, und zwischen ihnen lagern kleinere und grössere Glimmerelemente. Der Quarz ist ausgezeichnet durch zahlreiche Flüssigkeitseinschlüsse und Schwärme von Gasporen, vor allem aber durch winzige Topaskörnchen- und -Fetzen, die sich durch scharfe Umrandung und stärkere Lichtbrechung verrathen. Der Gehalt an solchen Topaspartikeln ist sehr schwankend; besonders die kleineren Fragmente und die dem Granit nächst gelegenen Partien grösserer Bruchstücke sind reich an Topas. Wie der Quarz der Glimmerschiefer, so führt auch der des Granits diese Topasmikrolithen. Ferner sind Biotitschüppchen- und -Fetzchen dem Quarz in reichlicher Menge eingelagert. Dieselben sind ebenfalls braun gefärbt und von unregelmässigen oder polygonalen Umrissen.

Der Andalusit ist ein fast allen Glimmerschiefereinschlüssen (Fig. 4) eigener Gemengtheil. Seine Häufigkeit ist ebenso wechselnd wie die Form seiner Individuen. In den Glimmerschiefern der Umgebung bildet er in den weitaus meisten Fällen Säulen verschiedenster Dimensionen, selten Körner. In den Einschlüssen findet das Gegentheil statt. Die Andalusitleisten der Fragmente erweisen sich unter dem Mikroskop in eigenthümlicher Weise gleichsam zerfressen und von fremden, aber untereinander gleichartigen Mineraltheilen durchbohrt, so dass die Andalusitmasse nur in Skeletform dazwischen wahrzunehmen ist. Doch bilden die in hohem Grade zerfressenen Partien ein grosses, einheitliches, manchmal auch deutlich pleochroitisches Individuum. Die zwischengelagerten Massen, welche den Andalusit überall durchbrechen und als rundliche, auch verschieden ausgelappte Körner im Schnitt erscheinen, sind meist Quarz, manchmal auch Glimmer.

Weit häufiger als in jenen grösseren krystallisirten Partien zeigt sich der Andalusit in Gestalt unregelmässiger oder mehr in die Länge gestreckter Körner. Auch diese sind manchmal vom Quarz durchwachsen, besonders die grösseren, und haben ein siebartiges Aussehen.

Körner von undeutlich rechteckiger Säulenform bilden den Uebergang von den krystallisirten Andalusiten zu den körnigen Formen. Letztere werden oft nur schwer von den ebenfalls im Gestein vorhandenen Topaskörnchen unterschieden, da beide Mineralien

Digitized by Google

farblos sind und bei Behandlung des Gesteinspulvers mit Säuren beide gleichmässig zurückbleiben. Da der den Andalusit meist charakterisirende Pleochroismus in den Körnern fehlt, so wird die Unterscheidung noch besonders erschwert. Als unterschiedliche Merkmale mögen gelten, dass der Andalusit hie und da doch einen schwach röthlichen Schimmer hat, reich ist an Einschlüssen von Quarz, Biotitblättchen, Rutilmikrolithen und kohligen Partikelchen, während andererseits der Topas auch in den kleinsten Körnchen etwas grünlich gefärbt ist, wie man sich vergleichsweise überzeugen kann an dem im angrenzenden Granit massenhaft vorhandenen Topas und ferner der Topas in der Hauptsache nur Flüssigkeitseinschlüsse zeigt. In der Lichtbrechung weisen die beiden Mineralien keine erkennbaren Unterschiede auf. (Mittlerer Brechungsquotient nach Michel Lévy: Andalusit = 1·638, Topas = 1·613, auch Doppelbrechung ($\gamma - \alpha$) ist fast identisch. Andalusit = 0·011, Topas = 0·012.)

Die Topaskörnchen erzeugen auch die obenerwähnten pleochroitischen Höfe im Biotit, was bei denen des Andalusits nirgends beobachtet werden konnte. Wo sich Andalusitkrystalle und grössere Körner zeigen, sind dieselben reichlich umlagert von Biotitschuppen, eine Erscheinung, die bereits an den Vorkommnissen der dem Granit benachbarten Schiefergesteine beschrieben wurde. Die kleineren Andalusitkörner sind frei von jeder Spaltbarkeit; in den grösseren zeigen sich, wie auch in den krystallisirten Andalusitindividuen öfters geradlinig verlaufende Spaltrisse, nach denen auch die Auslöschung erfolgt. Zersetzungserscheinungen am Andalusit der Einschlüsse können nicht wahrgenommen werden.

Der Topas (Fig. 4) bildet nicht nur die bereits erwähnten rundlichen oder splitterartigen Interpositionen im Quarz, sondern tritt auch in wechselnder Quantität als Gesteinsgemengtheil in den Fragmenten auf. In einigen derselben fehlte er. Da diese Präparate aus den mittleren Partien der grösseren Einschlüsse gefertigt wurden, an den Randpartien derselben, die noch den angrenzenden Granit im Schliff mit erkennen lassen, Topas aber zu finden ist, so darf vielleicht daraus der Schluss gezogen werden, dass nur die Grenzschichten topasführend sind und ebenso die kleineren Fragmente, die leichter vom Granit bearbeitet werden konnten. Die vorliegenden Gesteinsschliffe reichten aber zur endgiltigen Entscheidung der Frage nicht aus. Nur selten bildet der Topas undeutliche Krystalle von kurz-

Digitized by Google

rechteckiger Säulenform, die wegen ihres optisch positiven Charakters nicht mit dem ihnen ähnelnden Andalusit verwechselt werden können.

Die Topaskörner sind scharf umrandet, führen immer Flüssigkeitseinschlüsse, die zum Theil liquide Kohlensäure enthalten und eine relativ beträchtliche Grösse erreichen können. Bezüglich der Entstehung des Topases im Glimmerschiefer ist man ebenso wie bei dem gleichfalls vorhandenen Fluorit (Fig. 3) zu der Ansicht berechtigt, dass in das bei der Eruption des Granites stark zerklüftete Gestein Exhalationen von Dämpfen eingedrungen sind, und zwar sowohl in die zahlreichen Spalten und Risse des anstehenden Gesteins, wie in diejenigen der Fragmente. Letztere sind in einem noch viel höheren Masse als das anstehende Gestein dabei bearbeitet worden; denn beide fluorhaltige Mineralien finden sich hier nicht nur auf den Spältchen, die das Gestein durchziehen, sondern auch innerhalb des Gesteins zwischen den anderen Gemengtheilen.

Die körnigen Partikel des Flussspathes, der im anstehenden Gestein der Umgebung des Granits nur ganz vereinzelt beobachtet wurde, sind hier vielfach schon durch ihre violette Farbe sofort kenntlich. Meist sind aber die Körner farblos und dann ausgezeichnet durch die rauhe Oberfläche und die oktaëdrischen Spaltrisse. Auch der Flussspath tritt in sehr wechselnder Menge auf; in einer Anzahl der Präparate war er überhaupt nicht nachzuweisen, in einigen nur in Gestalt spärlicher Körnchen, in anderen Vorkommnissen dagegen in ausserordentlicher Menge. Ausser in den Partien des Glimmerschiefers, welche an die Amphibolgesteine angrenzen, bildet er auch in den letztgenannten Gesteinen selbst einen Hauptgemengtheil. Flussspathreiche Partien finden sich auch sonst unvermittelt in den Glimmerschieferfragmenten. Derartige Stellen zeichnen sich ausserdem aus durch ein ausserordentlich dichtes Gemenge sehr feiner Biotitschuppen von grünlichbrauner Farbe. Die Täfelchen des Biotits durchlagern einander in den verschiedensten Richtungen und so zahlreich, dass grössere Partien des Gesteins nur aus ihnen zusammengesetzt erscheinen. Einlagerungen von Körnchen, die wahrscheinlich dem Zirkon zuzurechnen sind, verursachen in dem Gewirr der Biotitschüppchen kreisrunde dunkle Höfe, die aber nicht pleochroitisch sind. Zwischen dem Glimmer liegen einige Quarzsplitterchen und -körnchen verstreut. Alle anderen wasserhellen Partien gehören dem Flussspath an. Die grösseren und kleineren, unregelmässig geformten Körner, häufig

Digitized by Google

mit lappig und buchtig ausgerundeten Contouren versehen, umlagern den Glimmer und heben sich wegen der beträchtlichen Differenz in der Lichtbrechung scharf gegen ihn ab. Die meisten der Flussspathkörner sind erfüllt mit Einschlüssen von Quarz und grünlich gefärbten Biotitschüppchen. Die Menge der Quarzkörner im Fluorit kann so anwachsen, dass derselbe wie durchspickt aussieht. Die grossen Körner des Flussspaths sind ausgezeichnet durch oktaëdrische Spaltrisse, die je nach Lage des Schnittes verschiedene Winkel bilden können.

Der Turmalin ist in den Einschlüssen bei weitem nicht so verbreitet wie in den Glimmerschiefern der Umgebung. Man hat es in den Fragmenten mit einer turmalinarmen Modification des Glimmerschiefers zu thun. Die wenigen beobachteten Turmalinsäulen sind genau desselben Charakters wie die früher beschriebenen; beweisen auch dadurch, dass sie geknickt und zerbrochen sind, ihren primären Charakter.

Von den übrigen Gemengtheilen der Glimmerschiefereinschlüsse sind noch zu erwähnen Granat, Rutil, Zirkon, Spinell und Eisenerz.

Der Granat ist sehr selten und körniger Natur, von blassrothem bis farblosem Aussehen. Im letzteren Falle ist er vom Fluorit nur zu unterscheiden durch Behandlung des Präparates mit Schwefelsäure. Der Rutil ist ausserordentlich häufig; seine dichten Körnerschwärme sind allerorts wahrzunehmen. Zirkonkrystalle und -körner finden sich vorzugsweise im Biotit, daselbst die pleochroitischen Höfe verursachend. Seltener sind die Spinellkörnchen, die scheinbar dem Magnetit angehören, bei starker Vergrösserung aber grün durchscheinende Kanten zeigen. Das Eisenerz ist sowohl als Titaneisen als auch als Magnetit vertreten. Ersteres überwiegt allem Anscheine nach; denn bei mikrochemischer Prüfung mit Salzsäure verändern sich nur eine geringe Anzahl der vielen opaken Körner. Ein dem Steinbruche am Westabhange entnommener Einschluss ist reich an Titanit, dessen durchaus körnige Formen und schwarze Centren ihn als ein Verwandlungsproduct des Titaneisens erkennen lassen.

Einige der Fragmente enthalten Feldspath, der aber nirgends frisch, sondern immer als eine trübe, graue Masse erscheint. Schon makroskopisch sind die Feldspathkörner als hellgraue bis weissliche Flecke neben dem körnigen Andalusit im dunklen Glimmergestein wahrzunehmen. Nur ganz vereinzelt kann er noch unter dem Mikro-

Digitized by Google

skop identificirt werden, indem einfache Zwillinge des Orthoklas, mehrfach auch die Zwillingslamellen des Plagioklas vorhanden sind, bei letzteren auch noch die wechselweise verschiedene Auslöschung derselben erkannt werden konnte. Es ist möglich, dass die feldspathführenden Fragmente einem in der Tiefe anstehenden Glimmerschiefer angehören, oder aber dem Gneis. Vielleicht ist das Mineral auch als Neubildung, entstanden durch die Contactwirkung des Granites, anzusehen. Für letztere Annahme spricht der Umstand, dass sich im Feldspath winzige Einschlüsse von Topaskryställchen und -körnchen vorfinden, die den Interpositionen des Granitfeldspathes gleichen.

Die mikroskopische Untersuchung einer grossen Anzahl (über 30) verschiedener Glimmerschiefereinschlüsse lässt es also unzweifelhaft erscheinen, dass eine Umwandlung des Glimmerschiefers stattgefunden hat. Weniger das Auftreten des Feldspathes in demselben beweist das, wohl aber die veränderte Textur des Gesteins und vor allem seine mineralische Verschiedenheit von dem normalen Glimmerschiefer, das Vorhandensein von secundärem Biotit, von Andalusit, Topas und Fluorit. Bruchstücke mit vorherrschend weissem Glimmer, ebenso von gewöhnlichem hellen Glimmerschiefer, wie sie Schalch[1]) im Steinbruche am Gasthause beobachtet hat, wurden nicht gefunden.

V. Contactwirkungen des Glimmerschiefers auf den Granit.

Viel auffallender als die vom Granit erfolgte Umwandlung der Glimmerschieferfragmente erscheint die Einwirkung, welche dieselben auf den nächst benachbarten, erstarrenden Granit einst ausgeübt haben. Mohs[2]) hat zuerst auf diese Erscheinung aufmerksam gemacht; er spricht von einer „mehr oder weniger dicken Kruste, von einem grosskörnigen, in- und miteinander verwachsenen Gemenge von Feldspath und Quarz, welche die Bruchstücke, insbesondere die grösseren umgibt, scharf an denselben anliegt und auf der anderen Seite unmerklich sich in den gewöhnlichen Granit verliert". Bonnard[3]) redet von einer „petite zone quartzeuse", welche jedes Bruchstück umgibt. Naumann[4]) hat den Granit in der Nähe und in der Be-

[1]) Ebendas., pag. 58.
[2]) v. Moll's Annalen, Bd. III, pag. 349.
[3]) Journal de Mines, 1815, II. Bd., pag. 376.
[4]) Erläut. zu Section XV, II. Heft, pag. 175.

Digitized by Google

rührung der Fragmente gewöhnlich gänzlich unverändert gefunden, bisweilen aber eine sehr grob- und grosskörnige Lage von Quarz und Feldspath beobachtet, welche die grösseren Blöcke auf der einen Seite vom gewöhnlichen Granit absondert. Stelzner[1]) beschreibt ausführlich diese Contactwirkungen, ebenso Schalch.[2]) Stelzner sagt unter anderem, dass „die Contactwirkungen jederzeit proportional der Grösse der umschlossenen Fragmente sind". Schon Schalch weist darauf hin, dass dieser Satz nur bedingt gelte, indem sich „auch eine Anzahl ziemlich grosser Schollen finden, die gar nicht von einer grobkörnigen Rinde umzogen sind, während eine solche an viel kleineren sich noch deutlich entwickelt findet". Auch die Aufschlüsse, wie sie zur Zeit der Untersuchungen des Verfassers vorhanden waren, bestätigten dies mehrfach. Dieser Merkwürdigkeit schliesst sich eine zweite an, dass nämlich die grobkörnige Rinde äusserst selten ein Fragment allseitig umgibt, dass sich dieselbe vielmehr nur auf einer — der Lage nach wechselnden — Seite des Bruchstückes findet, während die anderen Seiten vom normalen Granit umschlossen werden.

Eine Erklärung für diese Absonderlichkeiten dürfte nur schwer zu geben sein, umsomehr, als im Granit auch an Stellen, wo nachweislich keine Bruchstücke sitzen, ganz unvermittelt grössere und kleinere Partien pegmatitischen Charakters, von den Steinbruchsarbeitern als „faules Gestein" bezeichnet, aber als Fundort für schöne Topas- und Apatitkrystalle gern gesehen, auftreten. Verfasser hat sich beschränkt auf eine mikroskopische Betrachtung der Begrenzungszone des anscheinend normalen Granites. Letztere zeigt sich nämlich in mehrfacher Hinsicht verschieden von dem normalen, das heisst von dem den Glimmerschiefereinschlüssen nicht benachbarten Granit. Auch die Apophysen desselben, die in verschiedener Stärke in die Fragmente hineinragen oder dieselben durchsetzen, weisen Eigenthümlichkeiten auf.

Der Quarz bildet in der Umgrenzungszone ausser unregelmässig contourirten, in der Grösse stark variirenden Körnern mehrfach deutliche Krystallformen, so sieht man z. B. öfters scharf umgrenzte, ziemlich regelmässige Sechsecke, auch undeutlich prisma-

[1]) A. a. O., pag. 23—31.
[2]) A. a. O., pag. 59—60.

Digitized by Google

tische und pyramidale Formen. Im normalen Granit gehören Krystallformen zu den Seltenheiten. Fast alle Quarze sind erfüllt von grossen Mengen von Flüssigkeitseinschlüssen, die in den verschiedensten Formen und Dimensionen neben ebenso zahlreichen Gasporen liegen und mit diesen dem Quarz makroskopisch ein lichtgraues, mikroskopisch ein bestaubtes Aussehen geben. Vor allem aber sind eine grosse Anzahl der Quarzkörner, besonders die der Apophysen, mit kleinen, farblosen oder grünlichen, gegen den umgebenden Wirth hin nur schwach sich abhebenden Mikrolithen ausgestattet. Dieselben sind in ihren Umrissen äusserst variabel, man erkennt kürzere und längere Rechtecke, Rhomben, Sechsecke, Achtecke, auch längere Stäbchen mit undeutlichen kurzen Enden, endlich auch rundliche Körnchen. Sie liegen einzeln im Quarz verstreut oder in grösserer Anzahl nebeneinander, zeigen nur selten selbständige Polarisation, da die Farben infolge der minimalen Ausdehnung der Interpositionen vom über- oder unterlagernden Quarz meist verdeckt werden. Höchstwahrscheinlich hat man es, der Form und Farbe nach zu schliessen, mit Topasmikrolithen zu thun.

Auch der Feldspath beherbergt sie. Die Feldspathe des Granits sind vorwiegend Plagioklase. Dieselben sind bald wasserhell und dann durch deutlichste Zwillingsstreifung ausgezeichnet, bald getrübt und dann kaum von dem spärlich vorhandenen Orthoklas zu trennen. Grössere Körner des letzteren enthalten nicht selten kleinere Plagioklase von rechteckiger Form mit deutlicher Lamellirung. Gegen den Quarz hin sind die Feldspathindividuen oft scharflinig abgegrenzt. Die Einschlüsse im Feldspath sind einestheils dunkel gefärbt und staubähnlich und liegen dann in der Hauptsache parallel den Lamellen und Spaltrissen; anderntheils gewahrt man sowohl im Plagioklas wie im Orthoklas grosse Mengen jener oben erwähnten Topasmikrolithen, die hier ungleich schärfer hervortreten zufolge der Differenz des Brechungsvermögens beider Mineralien. Auch wenn die Feldspathe getrübt sind, sieht man die Scharen dieser wirr durcheinander liegenden Kryställchen von grosser Formenverschiedenheit und grünlichen Körnchen. Es wurde der Versuch gemacht, die Mikrolithen zu isoliren, was auch durch Behandlung des Gesteinspulvers mit Salzsäure und Flussäure gelang. Leider gehen bei diesem Versuche viele der Mikrolithen verloren; aber die restirenden ergeben mit Sicherheit, dass es nicht Apatite sind, wofür man sie schliesslich

Digitized by Google

ihrem Aussehen nach halten könnte. Nachzuweisen waren an den Kryställchen Prismenflächen, vereinzelt die Basis, vor allem aber die den Topas charakterisirenden Brachydomen.

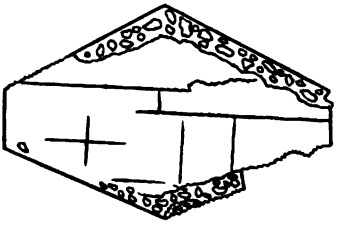
Diese Einschlüsse von Topas kommen auch im Feldspath des normalen Granits vor, aber bei weitem nicht in dieser Fülle und Allgemeinheit. Auch in einem präparirten Feldspath der grobkörnigen Rinde wurden vereinzelt die stark lichtbrechenden Topaskörner und -krystalle beobachtet.

Die Contactzone ist, wie der Greifensteingranit überhaupt, arm an Biotit. In manchen der Apophysen scheint er ganz zu fehlen. Seine unregelmässigen, oft beiderseitig zerschlitzten Blättchen sind von lichtbrauner Farbe und haben ausserordentlich starken Pleochroismus (|| a oft farblos). Die meisten der Täfelchen sind frei von Einschlüssen; einige zeigen zahlreiche stark lichtbrechende Kryställchen von Zirkon mit ausgedehnten pleochroitischen Höfen und Rutil. Auch Muscovit ist meist spärlich zu gewahren. Wo seine Schüppchen sich in grösseren Mengen einstellen, sind sie wohl in der Mehrzahl als ein Zersetzungsproduct des Feldspathes anzusehen, der an diesen Stellen total umgewandelt erscheint.

Viel wichtiger als diese beiden Gemengtheile ist für den Greifensteingranit der Topas, der bei der Gesteinszusammensetzung mit einem hohen Procentsatz betheiligt ist. Seine hinsichtlich ihrer Grösse ausserordentlich variirenden Körner liegen durch den ganzen Granit verstreut, häufen sich aber in den die Glimmerschieferfragmente begrenzenden Zonen und in den Apophysen ausserordentlich an. Wenn schon im normalen Granit einige der Topase undeutliche Krystallform verrathen, indem sie gegen andere Gemengtheile hin scharflinig abgegrenzt erscheinen, ein Beweis, dass sie mit zuerst verfestigt wurden, so sieht man in der Grenzzone tadellos schöne Topaskrystallquer- und -Längsschnitte. Der Topas ist farblos, manchmal mit einem Stich ins Grünliche, die grösseren Individuen meist von unregelmässig verlaufenden oder geradlinigen starken, basischen Spaltrissen durchzogen. Die Körner sind nicht selten ausgebuchtet und ausgelappt. In mehreren Präparaten wurden eine grössere Anzahl von Topaskörnern und -krystallen auf die Glimmerschiefergrenze gleichsam aufgewachsen, die Krystallflächen gegen den Granit hin gerichtet, dicht nebeneinander sitzend beobachtet. In einer der Apophysen wurden Schwärme von minimalen Topaskörnchen aufge-

Digitized by Google

funden, welche gleichmässig im Quarz und Feldspath vertheilt, mit diesen Gemengtheilen ein ausserordentlich feinkörniges Gemenge darstellend, unter dem Mikroskop sich als zartes Mosaikpflaster repräsentiren. Eigenthümlich ist die Verwachsung von Topas mit Quarz. Dieselbe, einer schriftgranitischen Verwachsung in der Erscheinung nicht unähnlich, erstreckt sich entweder über die ganze Fläche oder über Theile derselben, besonders über die randlichen Partien. Der Topas erscheint von rundlichen Quarzelementen durchbrochen, hat diese aber selbst durchwachsen, wie seine einheitliche Auslöschung zwischen gekreuzten Nikols zeigt, während die Quarze verschieden orientirt liegen (s. vorstehende Figur).



Der Flussspath wurde nirgends vermisst. Besonders häufig tritt er in den schmalen Granitgängen, welche den Glimmerschiefer durchsetzen, auf. Seine violetten oder farblosen Körnchen liegen in Häufchen beisammen; die einzelnen Individuen bleiben hinsichtlich ihrer Grösse weit hinter denen der Glimmerschieferfragmente zurück, entbehren auch meist der Spaltrisse.

Apatit, der auf den Klüften des Granits in den bekannten violetten Säulen auskrystallisirt ist, konnte im Gestein selbst nicht nachgewiesen werden, was auch Schalch erwähnt.[1])

VI. Quarziteinschlüsse.

Im Steinbruche am Gasthause befindet sich ein circa 1 Meter im Durchmesser haltender Quarzitblock. Derselbe entstammt jedenfalls dem Glimmerschiefer, dessen Quarzschmitzen ja ganz beträchtliche Grösse erreichen können. Der Block liegt isolirt im Granit, gegen welchen er scharf abgegrenzt ist. Unter dem Mikroskop erweist sich das Gestein zusammengesetzt aus Quarz und Topas. Die Quarzkörner führen nur wenig Flüssigkeitseinschlüsse und Gasporen, hingegen zahlreiche, äusserst kleine, schwach contourirte, farblose bis lichtgrüne Interpositionen, in Form und Dimensionen übereinstimmend mit den im Quarz und Feldspath des Granits sich vor-

[1]) A. a. O. pag. 46.

Digitized by Google

findenden. Der Topas bildet verschieden grosse lichtgrüne oder wasserhelle Körner. Man kann dieselben leicht isoliren durch Behandlung des Gesteinspulvers mit Flussäure, wobei auch einige der Mikrolithen aus dem Quarz mit übrig bleiben. Die Topaskörner machen sich im Präparat kenntlich durch starke Lichtbrechung und eine grosse Menge von Flüssigkeitseinschlüssen, neben welchen man noch andere farblose Mikrolithen gewahrt, vielleicht Topasmikrolithen im Topas, wie sie Schröder von Section Falkenstein beschreibt.[1])

VII. Amphibolite.

Auf Section Geyer der geologischen Specialkarte von Sachsen treten sowohl innerhalb der Gneis- als auch besonders der Glimmerschieferformation an verschiedenen Orten Amphibolgesteine auf. Etliche dieser linsenförmigen Einlagerungen hat Schalch eingezeichnet und bemerkt[2]) auch, dass eine weitere Verbreitung der Hornblendeschiefer wenigstens durch einzelne verstreute Blöcke noch mehrfach angedeutet ist. Solche Gesteine finden sich auch im Greifensteingebiet. Das bemerkenswerteste Vorkommnis desselben ist die am Nordabhange des Greifensteins nach Thum zu gelegene Linse, da dieselbe ein interessantes Mineral, den Axinit, in grossen Mengen einschliesst. Die Hornblendegesteine dieser verschiedenen Vorkommnisse wurden untersucht zu einem Vergleiche mit dem Hornblendegestein, das sich als Einschluss im Granit sowohl im Steinbruche am Gasthause als auch in dem am Westabhange befindlichen beobachten lässt. Ausser den Gesteinen jener vorerwähnten Amphibolitlinsen (Nordabhang des Greifensteins—Gastberg—Mühlholz) wurden Hornblendegesteine mehrfach anderwärts angetroffen, so an Halde Röhrenbohrer und im Greifenbachthale am sogenannten „niedern Teiche", an welchen beiden Orten man also Amphibolschiefereinlagerungen vermuthen darf. Diese Gesteine sind sämmtlich feinkörnig bis dicht, von graugrünem bis dunkelgrünem Aussehen und mehr oder minder deutlicher Schieferung. Die Farbe des Gesteins hängt ab von dem Grade der Zersetzung seiner Gemengtheile. Derselben scheinen alle die Amphibolite nur wenig zugänglich zu sein, was Ursache ist, dass sie, wie z. B. der Amphibolschiefer am Nordabhange, als Klippen aus der

[1]) Erl. zu Section Falkenstein, pag. 43, 1885.

[2]) Ebendas., pag. 27.

Digitized by Google

Glimmerschieferumgebung herausragen. Das Gestein gibt infolgedessen ein gutes Beschotterungsmaterial ab. Unter dem Einflusse der Verwitterung bedecken sich die Hornblendegesteine mit einer weisslichgrauen Rinde und ebenso wird das ganze Gestein von helleren Schichten, die ein stark zersetztes, feldspathartiges Mineral enthalten, durchzogen. Je reichlicher die Hornblende vorhanden ist, desto dunkelfarbiger ist das Gestein, welches durch sie auch einen fettglänzenden Schimmer erhält und bei reichlichem Gehalt an Hornblende auch ebenschieferig ist.

Die Amphibolgesteine aller der erwähnten Vorkommnisse zeigen sowohl hinsichtlich ihres Aussehens als auch ihrer mineralischen Zusammensetzung grosse Aehnlichkeit, ja Uebereinstimmung. Makroskopisch erkennbar sind nur Hornblende, Quarz, etwas Muscovit und eine weissliche verwitterte Masse. Die mikroskopische Untersuchung zeigt als hervorragendsten Gemengtheil die Hornblende. Dieselbe tritt meist in Gestalt verworren-strähniger Aggregate auf, deren einzelne nadelförmig gestaltete Individuen dicht aneinander lagern, mit den Enden aber nach den verschiedensten Richtungen auseinanderstrahlen. Die Strähne der Hornblende umschliessen andere Gemengtheile innig von allen Seiten, so dass dieselben wie eingekapselt erscheinen. Andere divergentstrahlige Büschelaggregate verlieren sich mit ihren Enden in dem Quarze des Gesteins. Selten sind mehr oder weniger deutlich prismatische Individuen mit den charakteristischen Spaltrissen wahrzunehmen. Die heller oder dunkler gefärbten, durchgängig grünen Hornblenden zeigen eine Maximalauslöschungsschiefe von 18°. Der Pleochroismus ist stark und bewegt sich zumeist in grünen Tönen; in der Richtung a ist manchmal auch eine gelbe Färbung zu beobachten. Neben der faserigen Hornblende erscheint auch solche mehr blätteriger Natur mit blaugrünen Nuancen, in der Richtung a fast farblos. Diese Täfelchen zeigen eine Menge paralleler Spaltrisse; die Enden der Schuppen, welche in Nestern zusammenliegen, sind büschelartig ausgefranst. Wo sich die Hornblende zersetzt, tritt eine Ausbleichung der Schuppen ein, und gleichzeitig treten winzige Körnchen, die wohl dem Epidot zuzuzählen sind, auf. Auch die nicht gerade zahlreich vorhandenen Interpositionen von Eisenerz heben sich dann von der hellen Umgebung deutlich ab. An sonstigen Einschlüssen wurden nur sehr vereinzelt Gasporen gefunden.

Digitized by Google

Neben der Hornblende findet sich der Epidot in allen Vorkommnissen. Er zeigt sich sowohl in Gestalt kleiner gelblicher Körnchen, als auch in Form von schwach gelbgrün gefärbten bis nahezu farblosen gedrungenen Säulen, welche zuweilen schwach pleochroitisch sind und die sich auszeichnen durch scharfe Spaltrisse parallel *oP*. Hin und wieder wird einfache Zwillingsbildung beobachtet. Die Unterscheidung des Epidots von dem mit anwesenden Salit wird dadurch erleichtert, dass die Verticalschnitte des Epidots stets gerade auslöschen und viele derselben ein gutes Axenbild geben. Auch ist der Salit vollständig farblos und seine mehr langgezogenen Säulchen mit besser ausgeprägten längsverlaufenden Spaltrissen versehen. Die Salitsäulchen liegen gern in Gruppen beisammen.

Der Quarz ist ein allen diesen Amphibolgesteinen eigener Gemengtheil. Seine feinen Körner liegen spärlich zwischen den anderen Mineralien verstreut; doch vereinigen sie sich auch zu grösseren zusammenhängenden Partien, wie dies auch makroskopisch schon zu sehen ist. Die einzelnen Quarzkörner sind ausgezeichnet durch Einschlüsse von Hornblendenadeln, durch Mengen von Gasporen und Flüssigkeitseinschlüssen. Der im Glimmerschiefer in grosser Verbreitung anzutreffende Granat ist auch accessorischer Gemengtheil der Amphibolite, wo seine circa 1 Millimeter grossen Körner bei ihrer Zersetzung ein grünliches, faseriges Aggregat bilden, das am besten der Hornblende zuzuzählen sein dürfte.

Die vorerwähnten, in allen Vorkommnissen in wechselnder Menge eingelagerten, mit blossem Auge als weisslichgraue Flecken und Lagen erkennbare Partien erweisen sich im Präparate farblos oder graulich gefärbt und zusammengesetzt aus äusserst feinen Körnchen und Blättchen, die in ihren Polarisationsfarben an den Quarz erinnern. Man erkennt, dass diese Partien ein Zersetzungsproduct grösserer Körner sind. Während manche dieser Flecken noch einheitlich zwischen gekreuzten Nicols auslöschen, haben andere schon ausgesprochene Aggregatpolarisation. Unter diesen porzellanweissen bis weisslichgrauen Körnchen erscheinen vereinzelt grünliche Elemente. Eine Behandlung des Präparates mit Säuren hinterliess keine Spur eines Eindruckes auf diesen Partien. Höchstwahrscheinlich ist diese weissliche Masse als ein Zersetzungsproduct des Feldspathes anzusehen, worauf auch undeutliche Spuren ehemaliger

Digitized by Google

Zwillingsstreifung hindeuten. Die Massen haben grosse Aehnlichkeit mit dem Saussurit aus dem Saussuritgabbro von Wurlitz, Corsica u. a. O.

Der Biotit ist nur ganz vereinzelt in Schüppchen von lichtbrauner Farbe zu finden. Wo er reichlicher auftritt, wie dies z. B. im Amphibolschiefer vom Nordrande des Greifensteins der Fall ist, darf er nicht füglich als wesentlicher Gemengtheil desselben gelten, sondern man hat es in diesem Falle mit einem Uebergangsgliede des Glimmerschiefers in den Amphibolit zu thun. Letzterer ist nämlich gegen den Glimmerschiefer hin nicht scharf abgegrenzt, sondern der Uebergang ist ein allmählicher, so zwar, dass sich zwischen den Glimmerlagen Hornblende einstellt, die schliesslich überwiegt und endlich den Glimmer ganz verdrängt. — Sämmtliche Amphibolgesteine enthalten in wechselnder Menge Eisenerz und sind die Körnchen in der Hauptsache dem Titaneisen zuzuzählen, wie die allerorten wiederkehrenden weisslichen Titanitränder beweisen.

Die Hornblendegesteine des Greifensteingebietes, im Norden, Osten und Südwesten vom Granit sich vorfindend, sind, wie dies auch die mikroskopische Untersuchng darthut, in ihrer mineralischen Zusammensetzung nahezu übereinstimmend. Diese Erscheinung lässt den Schluss zu, dass der inmitten jener Vorkommnisse ehemals anstehende Amphibolit, der vom Granit mit durchbrochen und zu einem Theile mit umschlossen und emporgehoben worden ist, auch derselben Beschaffenheit gewesen ist. Die in den erwähnten Steinbrüchen sich vorfindenden Einschlüsse unterscheiden sich aber wesentlich von den Amphiboliten der Nachbarschaft, sowohl hinsichtlich der Textur als der mineralischen Zusammensetzung. Auch auf den Amphibolit hat der Granit contactmetamorphisch verändernd gewirkt.

Der in Fragmenten sich vorfindende Amphibolit hat in unmittelbarem Verbandsverhältnisse mit dem Glimmerschiefer sich befunden; denn die eingangs erwähnte grosse Scholle im Steinbruche am Gasthause lässt den Zusammenhang der beiden Gesteine, ihre innige Wechsellagerung deutlich erkennen, analog der Erscheinung am Amphibolit des Nordrandes.

Makroskopisch differirt das Hornblendegestein als Einschluss im Granit dadurch, dass die den anderen Amphiboliten sonst eigene deutliche Schieferung vollständig verloren gegangen ist. Beim Anschlagen zerspringt das Gestein in ganz unregelmässige Stücke, die keine Spur einer ehemaligen Schieferung verrathen. Das vollständig

Digitized by Google

dichte Gestein ist von schwärzlich-grüner Farbe und von feinen Spältchen, welche in verschiedener Richtung verlaufen, durchzogen. Hie und da zeigt es verschieden grosse helle Flecken, die den im normalen Amphibolschiefer auftretenden gleichen. Auch sieht man vereinzelt schwarzblaue Partien von geringem Umfange hervortreten. Gegen den Granit hin ist der Amphibolit scharf abgegrenzt. Veränderungen des Granits, wie sie an den den Glimmerschiefer umgebenden Zonen zu finden sind, wurden hier nicht beobachtet. Aeusserst merkwürdig erscheint die Differenz in dem specifischen Gewichte des normalen und veränderten Hornblendegesteins. Der Mittelwert (aus je 5 Bestimmungen) des ersteren wurde auf 2·980 bestimmt, der der Fragmente auf 3·293.

Die mikroskopische Untersuchung hatte folgendes Ergebnis. Die Hornblende ist von dunkel- bis bläulichgrüner Farbe, frisch, nur selten mit den Spuren einer beginnenden Zersetzung versehen. Die faserigen, strähnigen Aggregate fehlen; an ihre Stelle sind in der Hauptsache blättrige und körnige Massen getreten. Die einzelnen Individuen sind häufig abgerundet, auch lappig ausgerandet. Sie liegen einzeln oder in dichten Gruppen beisammen, oft durchbrochen von einem farblosen Mineral. Aehnlich wie bei dem Andalusit der Glimmerschiefer kann das Durchbrochensein von anderen Gemengtheilen so dicht sein, dass die Hornblende siebartig durchlöchert erscheint und ein mehr skeletartiges Aussehen erhält. Die nadelförmig gestalteten Hornblenden fehlen gänzlich, ebenso zerschlitzte und ausgefranste Formen. Wohl aber stellen sich prismatische Individuen und undeutlich sechsseitige Krystalle mit den Spaltwinkelsystemen in grösserer Anzahl ein. Diese Art der Hornblende findet sich besonders in der Nähe der Spältchen, welche das Gestein durchziehen. Auf beiden Seiten der von farblosen Mineralien ausgefüllten Spalte sieht man die Hornblende in dunkelgrün gefärbten körnigen und krystallinischen Elementen angeschossen und dicht aneinander gelagert. Diese Hornblende ist von ausgezeichneter Frische, und ihre gegenseitige Anordnung und Begrenzung deutet darauf hin, dass man es hier mit einer Neubildung zu thun hat. Die Hornblende hat anscheinend den Einwirkungen des Granits am wenigsten widerstanden; die strähnigen, faserigen Massen sind verschwunden, an ihre Stelle sind als Neubildungsproducte die eigenthümlich geformten körnigen und krystallinischen Partien getreten, in welchen massen-

Digitized by Google

haft Einlagerungen von Infiltrationsstoffen erfolgte. Nur im Quarz sind noch die kleinen, nadelartigen Hornblendeinterpositionen vorhanden; sonst haben sie, besonders in den trüben Massen des zersetzten Feldspathes, ein fetzen- und splitterartiges Aussehen. Die neugebildete Hornblende hat eine Maximalauslöschungsschiefe von 23°, der Pleochroismus ist sehr stark; Eisenerzeinschlüsse fehlen fast ganz.

Der Epidot tritt nur ganz vereinzelt in winzigen Körnchen auf; der Salit hingegen findet sich in grösseren Mengen vor. Seine kleinen, leistenförmigen Kryställchen liegen zu grösseren Gruppen vereinigt. Sie bilden, untermengt mit feinen Hornblendetheilchen, ein zierliches Mosaikpflaster. Ueberall charakterisirt der Salit sich auch hier durch die prismatische Spaltbarkeit.

Der Quarz ist durchaus körniger Natur. Neben einer Menge von Flüssigkeitseinschlüssen und Gasporen führt er häufig lichtgrüne Hornpartikelchen. Auch bei der Spaltenausfüllung ist der Quarz betheiligt. Die Einschlüsse sind auffallend arm an Eisenerz. In manchen Präparaten war es überhaupt nicht nachzuweisen, in anderen nur spärlich vorhanden, und zwar meist als Titaneisen, das auch hier häufig in Titanit umgewandelt ist.

Von grösserer Bedeutung in den Amphibolitfragmenten sind die zersetzten Feldspäthe, die verschiedene Stadien ihrer Umwandlung erkennen lassen. Bei einigen der bis 2 Millimeter grossen Körner sind Spuren ehemaliger Zwillingslamellirung noch deutlich wahrzunehmen; auch weisen die Körner in ihrer Mehrheit noch einheitliche Polarisation auf. Doch sind in ihnen zahlreiche winzige Theilchen vorhanden, die eigene Auslöschung haben. Ausser diesen kann man noch grünlich gefärbte Partien erkennen, die sich aber von den vorher erwähnten Hornblendepartikelchen leicht unterscheiden lassen. Im Stadium fortgeschrittener Zersetzung ist die Masse total getrübt und hat die einheitliche Auslöschung verloren, während die graulichweissen Körnchen sich überallhin verbreitet haben. Die Masse, welche von Säuren nicht angegriffen wird, lässt hier noch deutlicher wie in normalen Amphiboliten ihren Saussuritcharakter erkennen. Granat wurde vereinzelt in körniger Form und in frischem Zustande beobachtet.

Zu diesen Gemengtheilen gesellen sich noch als Contactmineralien Flussspath, Turmalin und Topas. Der Flussspath ist in grosser Menge in die Amphibolite eingelagert worden. Nicht

Digitized by Google

nur auf den Spältchen, die sich in Form heller Aederchen, ausserdem angefüllt mit Quarz, Topas, auch Feldspath und Glimmer, zeigen, ist er wahrzunehmen, sondern auch überall im Gestein selbst zwischen den anderen Gemengtheilen. Seine unregelmässig geformten Körner und Fetzen erfüllen an manchen Stellen das Gestein und übertreffen an Häufigkeit des Vorkommens manchmal die anderen Gemengtheile. Vor allem ist es die Hornblende, die den Fluorit beherbergt, so dass die rundlichen Körnchen in derselben als Einschlüsse erscheinen und die Hornblende überall als von wasserhellen Elementen durchspickt erscheint. Anderseits verursacht auch der Fluorit das merkwürdige lappige und buchtige Aussehen der Hornblendeindividuen. Beide Mineralien bilden an manchen Stellen ein sehr feines, grünweisses Pflaster. Die grösseren Flussspathkörner zeigen vielfach scharfe Spaltungsliniensysteme. Die Körner sind zumeist farblos, selten röthlich oder violett gefärbt, mit rauher Oberfläche. Flüssigkeitseinschlüsse und Gasporen sind nur in geringer Anzahl vorhanden, dagegen winzige Hornblendetheilchen auch hier zahlreich eingelagert.

Der in den Spalten der Amphiboliteinschlüsse eingelagerte Fluorit zeigt dieselben Eigenschaften wie jener. Neben demselben beobachtet man Topas. Die stark lichtbrechenden Körnchen und undeutlichen farblosen Kryställchen desselben sind ausserdem im Amphibolit verstreut. Das dritte Contactmineral ist der Turmalin (Fig. 7), ein in Amphiboliten äusserst seltener Gast, der in keinem der anstehenden Hornblendegesteine des Greifensteingebietes angetroffen wird, in den Einschlüssen aber wiederholt sich zeigt und ganz eigenthümlichen Charakters ist. Während er im Glimmerschiefer längere Säulchen von deutlicher Krystallform bildet und braun gefärbt ist, oder als Spaltenausfüllungsmaterial in parallel- oder büschelstrahligen Aggregaten von kornblumenblauer Farbe auftritt, beobachtet man in den Amphiboliten nesterweise auftretende Körnchen mit polygonalen Umrissen. Die meist sechsseitigen Körner sind von minimalen Dimensionen, 0·01—0·04 Millimeter lang und ebenso breit und schwarzblau oder schwarzbraun gefärbt. Querschnitte walten vor; die Längsschnitte erscheinen gedrungen. Diese in Gruppen dicht aneinander gelagerten Turmalinkörner erzeugen schwarzblaue Flecke im sonst dunkelgrünen Gestein. Die Turmalinnester wurden in den Randpartien der Amphiboliteinschlüsse mehrfach beobachtet; sie scheinen sich auf diese Zonen zu beschränken, da die der Mitte des

Digitized by Google

Einschlusses entnommenen Stücke keinen Turmalin aufwiesen. Man findet denselben nicht nur mit der Hornblende vergesellschaftet, mit deren grünen Täfelchen die blauen und braunen Turmalinkörnchen ein dichtes, buntes, farbenwechselndes Pflaster darstellen, sondern auch mit dem Quarz und, was besonders merkwürdig ist, mit dem Flussspath, in deren wasserhellen Partien auch die kleinsten Turmalinelemente deutlich hervortreten. Einschlüsse im Turmalin scheinen zu fehlen.

Die Umwandlungserscheinungen, welche die Amphibolite durch die Einwirkung des Granits erfahren haben, machen sich also an den Einschlüssen in zweifacher Weise geltend:

1. Bezüglich der Textur des Gesteins: der Amphibolit im Granit ist ein völlig dichtes Gestein ohne Spuren ehemaliger deutlicher Schieferung.

2. Bezüglich der mineralischen Zusammensetzung: der Amphibolit enthält ausser den im normalen Hornblendeschiefer sich vorfindenden Mineralien noch Fluorit, Topas und Turmalin. Die Anreicherung des Gesteins mit diesen Mineralien erstreckt sich nicht blos auf die dasselbe durchsetzenden Spalten, sondern auch auf die dieselben nicht begrenzenden Partien. Es lassen also diese Amphibolite, sowie die pag. 281 beschriebenen Glimmerschiefereinschlüsse erkennen, dass ausser den schon längst bekannten Contactwirkungen der Turmalinisirung und Topasirung noch die der Fluoritisirung besteht.

VIII. Quarzturmalingesteine.

Einige der am Westabhange in der Nähe von „Feilig Fundgrube" gesammelten Lesesteine, sowie ein an den auf der Ostseite liegenden alten Halden anstehend gefundenes Gestein zeichnen sich durch eine gleichmässig braune Farbe und ein dichtes Gefüge aus. Eines der Stücke zeigt ein schmales, von Quarz ausgefülltes Aederchen. Die mikroskopische Untersuchung dieser Gesteine ergibt, dass sie zusammengesetzt sind aus einer Unmenge dicht zusammengelagerter, in einander verfilzter Turmaline und aus Quarz. Das eine der untersuchten Stücke lässt erkennen, dass es sich um Quarzturmalingesteine handelt, die in unmittelbarer Verbindung mit dem hellen Glimmerschiefer stehen, indem das betreffende Präparat beide Substanzen enthält. Der Uebergang von einem Gestein zum anderen ist ziemlich scharf. Zwar enthält auch der Glimmerschiefer eine grosse

Digitized by Google

Anzahl brauner Turmalinsäulen, welche zumeist im Muscovit liegen und gut auskrystallisirt sind, aber sie unterscheiden sich wesentlich von den Turmalinen des anderen Gesteins, welche nur zum kleineren Theile aus allseitig scharf umgrenzten Krystallen bestehen, als vielmehr aus grösseren und kleineren Körnern von rundlichen und polygonalen Umrissen. Oft sind die einzelnen Individuen so dicht an- und übereinandergelagert, dass der Quarz nur als dürftige Füllmasse zwischen ihnen erscheint, die im übrigen einzig und allein das Gestein zusammensetzen. In den wasserhellen Partien des Quarzes gewahrt man überall winzige, ungemein scharfe Turmalinkryställchen, die zum Theil erst bei starker Vergrösserung sichtbar werden. Auch in den das Gestein durchziehenden Spältchen, die von unregelmässigen, meist rundlichen Quarzkörnern ausgefüllt sind, liegen zahlreiche lange Turmalinsäulen von bläulicher Farbe, während das Gros der oben beschriebenen Turmaline gelblichbraun gefärbt ist. Viele der Turmaline besitzen schaligen Bau; die Schalengrenzen verlaufen parallel den verticalen Flächen. Anderwärts findet sich noch vereinzelt im Quarzturmalingestein ein farbloses, stark lichtbrechendes, optisch zweiaxiges Mineral von anscheinend hexagonalem Querschnitt und kurz säulenförmigem Längsschnitt, was mangels genügenden Vorkommens nicht näher bestimmt werden konnte.

Was die Entstehung der Quarzturmalingesteine anlangt, so hat man es in denselben höchstwahrscheinlich mit einer Gangbildung zu thun. Die ziemlich scharfe Abgrenzung gegen den Glimmerschiefer hin und die mineralische Zusammensetzung des Gesteins sprechen für diese Ansicht. Es haben jedenfalls zur Zeit der Eruption des Granits starke Exhalationen von bor- und fluorhaltigen Dämpfen in die Spalten des damals stark zerklüfteten Gesteins stattgefunden. Die Zerklüftung des Gesteins infolge der Eruption des Granits erstreckte sich auf ein ziemlich grosses Gebiet des benachbarten Glimmerschiefers. Dies beweist ein Stück des Gesteins von Sign. 716, 5 (Süden) und ein Ottrelithschiefer von der Ostseite. Beide Präparate zeigen sich von einer feinen Spalte durchzogen. In beiden Fällen ist die Spalte ausgefüllt von feinen Quarzkörnchen. Von dem lichten Quarzbändchen aus sind nach beiden Seiten garbenförmige, parallelstrahlige Aggregate von Turmalin angeschossen. Diese eigenthümlich stengelige Abart des Turmalins zeigt das Absorptionsschema c = fast farblos, a = licht kornblumenblau. Auch bei diesen Vorkommnissen

Digitized by Google

ist die Abgrenzung nach dem Glimmerschiefer, resp. Ottrelithschiefer hin eine scharfe und unvermittelte, ein Beweis für den secundären Charakter des Quarzturmalingesteins.

Schröder[1]) beschreibt eine ganz ähnliche Erscheinung aus der Umgebung des Eibenstocker Granits.

Stelzner[2]) hat die Turmalingesteine des Greifensteins auch schon mehrfach auf der nach Ehrenfriedersdorf zu gelegenen Seite beobachtet, wo sie vom Verfasser vergeblich gesucht wurden.

Schalch[3]) erwähnt Lesesteine von dunkler Färbung, welche aus abwechselnden Lagen des gewöhnlichen hellen Glimmerschiefers und einem sehr feinkörnigen schwarzen, aus reinem Turmalin oder Turmalin und Quarz bestehenden Aggregat gebildet sind. Er hat sie am Nordabhange des Greifensteins gefunden und bemerkt, dass sie Aehnlichkeit mit den Turmalinschiefern des Auersberges haben.

Es sei mir gestattet, an dieser Stelle meinen hochverehrten Lehrern, den Herren Geheimrath Prof. Dr. Zirkel und Geheimrath Prof. Dr. Credner für die Einführung in das Studium der Mineralogie und Geologie, sowie Herrn Geheimrath Prof. Dr. Zirkel noch besonders für die jederzeit freundlichst geleistete Unterstützung während der Abfassung dieser Arbeit herzinnigen Dank auszusprechen.

Erläuterungen.

Fig. 1. Andalusitglimmerschiefer.
„ 2. Andalusitglimmerschiefer (Contactstück).
„ 3. Einschluss (Glimmerschiefer): Fluorit führend.
„ 4. „ „ Topas und Andalusit führend.
„ 5. Ottrelithschiefer: granatreich.
„ 6. „ viel Muscovit führend.
„ 7. Einschluss (Amphibolit): Turmalin im A.
„ 8. Quarzturmalingestein.

Tafelerklärung.

b = Biotit.	m = Muscovit.	f = Fluorit.	t = Topas.
a = Andalusit.	g = Granat.	o = Ottrelith.	tu = Turmalin.

[1]) Sect. Eibenstock, 1884, pag. 38.
[2]) Ebendas., pag. 22/23.
[3]) Ebendas., pag. 21.

Digitized by Google

IX. Die natürlichen Färbungen der Mineralien.

Von **K. v. Kraatz-Koschlau** und **Lothar Wöhler.**

Mittheilungen aus dem chemischen Laboratorium und dem mineralogischen Institut der technischen Hochschule zu Karlsruhe.

Ueber die Farben der Mineralien, welche der Mineralsubstanz nicht eigenthümlich sind, doch aber gleichmässig — dilut — durch die Krystalle vertheilt erscheinen, finden sich in der Literatur mancherlei widersprechende Angaben. Bezüglich der Structur jener Farbstoffe war man früher ziemlich allgemein der Ansicht, dass es sich hier um rein mechanische Einschlüsse handelte, und dass die Erkenntnis derselben als solche nur durch die Unvollkommenheit unserer optischen Instrumente verhindert werde. Seit aber durch das fortgesetzte Studium der Krystallphysik mehr Licht über den Aufbau der Krystalle verbreitet wurde, und es namentlich im Verfolg der Erscheinungen des Isomorphismus gelang, auch künstlich den natürlichen ähnliche Krystallfärbungen zu bewirken, hat sich die Deutung dieser Mineralfärbungen seitens van't Hoff's als feste Lösungen[1]) allgemeine Anerkennung verschafft. Solcher festen Lösungen, deren Darstellung auf künstlichem Wege gelungen ist, gibt es heute eine ganze Reihe. Wir erinnern hier nur an die seinerzeit viel besprochenen Mischkrystalle von Salmiak und Eisenchlorid.[2]) Jan Willem Retgers gelang es, ausser dem Strontiumnitrat, welches nach Sénarmont[3]) durch Campecheholz, Fernambukholz, Orseille, Lackmus, Safran, nach Rosenbusch[4]) auch durch Anilinfarbstoffe gefärbt wird, noch einige andere anorganische Salze zu färben[5]), doch betont er, dass dies als Ausnahme zu betrachten sei, da eine solche Färbung nur bei wenigen anorganischen Krystallen gelingt. Viel häufiger konnten künstliche Färbungen an organischen Körpern durch orga-

[1]) Zeitschr. für phys. Chem., 1890, V, pag. 322.

[2]) Zeitschr. für phys. Chem., 1892, IX, pag. 385; X., pag. 145; X, pag. 550.

[3]) Compt. rend., 38, 101. — Annal. de Chim. et de Phys., (3) 41, 319. — Pogg. Annal., 1854, 91, 491.

[4]) Mikrosk. Physiographie der Min., 1892, III. Aufl., pag. 210.

[5]) Zeitschr. für phys. Chem., 1893, XII, pag. 611 ff.

Digitized by Google

nische Farbstoffe herbeigeführt werden, und durch die Forschungen von O. Lehmann[1]) sind uns hiefür eine ganze Reihe von Beispielen bekannt geworden.

Viel früher, als die Möglichkeit diluter Färbungen auf künstlichem Wege erwiesen war, wurden über die Mineralfarben Vermuthungen ausgesprochen, und auch einige wenige Versuche angestellt. Die Vermuthungen überwiegen auf diesem allerdings nicht ganz leicht zu bearbeitenden Gebiete jedoch weitaus die Versuche, und so genügen wenige Worte, um auf die bisher erreichten positiven Resultate hinzuweisen.

In seiner Arbeit „Sur les substances colorantes des fluorines“[2]) hat Wyrouboff nachgewiesen, dass in den gefärbten Flussspathen, welche sich von den ungefärbten Krystallen derselben Substanz durch Fluorescenz, Phosphorescenz und Gewichtsabnahme beim Erwärmen unterscheiden, stets ein, wenn auch geringer Gehalt an Kohlensäure und Wasser, resp. an Kohlenstoff und Wasserstoff bestimmbar sei. Er gründete darauf mit Recht die Annahme, dass bei Flussspath ein organischer, durch Hitze zerstörbarer Körper das färbende Princip sei. Diese auf das Experiment gestützten Angaben Wyrouboff's sind lange unbestritten geblieben und in die Lehrbücher der Mineralogie, wie das von Tschermak und Dana u. s. w., übergegangen, von anderen ausserdem weitgehende Schlussfolgerungen darangeknüpft worden. Während Brauns in seiner chemischen Mineralogie[3]) kurz bemerkt: „Die Färbung dieser Mineralien (nämlich Rauchtopas, Amethyst, Rosenquarz, Steinsalz, Flussspath, Anhydrit, Cölestin, Schwerspath, Cyanit und viele andere) wird meist, soweit sich bis jetzt nachweisen liess, durch Kohlenwasserstoff bewirkt[3]), führt Retgers denselben Gedanken noch weiter aus[4]) und will ganz allgemein, mit wenigen Ausnahmen, bituminöse Substanzen als Träger der Farbe annehmen. Auf einen ganz entgegengesetzten Standpunkt hat sich neuerdings E. Weinschenk gestellt.[5]) Auf Grund einiger Versuche am Rauchquarz, bei dem der genannte Forscher einen Rückstand

[1]) Zeitschr. für phys. Chem., 1891, VIII, pag. 543.

[2]) Bull. de la Soc. Chim., 1866, V, pag. 334 ff.

[3]) Brauns, Chemische Mineralogie, pag. 100.

[4]) Zeitschr. f. phys. Chem., 1893, XII, pag. 600 ff.

[5]) E. Weinschenk, Die Färbung der Mineralien. Zeitschr. d. geol. Ges., 1896, XLVIII, pag. 704 ff. Zeitschr. f. anorg. Chemie, XII (1896), 375.

Digitized by Google

erhalten haben will, welcher die Titanreaction gab — ein Resultat, welches wir übrigens, wie weiter unten gezeigt werden wird, in keiner Weise bestätigen können — nahm derselbe für den Rauchtopas und nun auf Grund dieser einen Reaction verallgemeinernd auch für Zirkon, Zinnstein und Anatas anorganische Substanz als färbendes Princip an, und zwar für Rauchtopas und Anatas das unbeständige Titansesquioxyd, für Zirkon das Sesquioxyd Zr_2O_3 und für Zinnstein das leicht oxydirbare Zinnsesquioxyd. Solche Annahmen sind sehr gewagt, umsomehr als Zirkonsesquioxyd überhaupt nicht existirt und man bei consequenter Durchführung dieser Idee mit gewiss nicht kühnerem Gedankenfluge zu der Annahme gelangt, dass ein Siliciumsesquioxyd oder gar Kohlenstoffsesquioxyd im Rauchtopas oder Morion, im braunen Jaspis oder Hornstein färbendes Princip sei. Auch die Arbeit von Forster[1]) über die Färbung von Rauchtopas, bei der derselbe kohlenstoff- und stickstoffhaltige Substanzen fand, hält Weinschenk nicht für beweisend, weil bei der Destillation Forster's der Kolben sprang, und er glaubt vielmehr, dass der von Forster erhaltene Kohlenbeschlag ein Arsenspiegel (!) gewesen sei. Für die Behauptung, dass ein absolutes Entfernen der Kohlenstoffverbindungen aus den Apparaten und Reagentien so gut wie unmöglich sei, ist Weinschenk den experimentellen Beweis oder auch nur eine theoretische Begründung durchaus schuldig geblieben und wir werden in der Folge zeigen, wie weit diese seine Annahme von der Wirklichkeit entfernt ist.

Weinschenk bestreitet auch die Färbung des Flusspaths durch organische Substanzen und bezeichnet die Gegenwart organischer Stoffe auf den in Frage kommenden Minerallagerstätten des Quarz, Flussspath, Apatit als höchst unwahrscheinlich. Dagegen ist Folgendes einzuwenden: Nach den Untersuchungen von Forster, Wyrouboff und den unten folgenden, von uns angestellten Versuchen ist die thatsächliche Anwesenheit organischer Substanz auf den betreffenden Minerallagerstätten absolut nicht mehr zu leugnen. Dazu kommt aber noch, dass nach neueren Bestimmungen, die an verschiedenen Gesteinen und Mineralien vorgenommen wurden[2]), sowohl in Tiefen-,

[1]) Forster, Mitth. der naturf. Ges. zu Bern, 1871, 129. — Pogg. Annal., 143, 173.

[2]) W. A. Tilden, Ueber das in krystallinen Gesteinen und Mineralien eingeschlossene Gas. Proc. Royal. Soc. London, 60, 453 ff.

Digitized by Google

wie in Ergussgesteinen wesentliche Mengen von Gasen nachgewiesen wurden, auf welche die organischen Farbstoffe der Mineralien zurückgeführt werden können, so im Basalt von Antrim 8 Vol.-Procent Gas, wovon als CH_4 bestimmte organische Substanz 10 Procent, 32 Procent Kohlensäure und 20 Procent Kohlenoxyd, im Granit von Skye 1·6 Procent Gas mit 23·6 CO_2, 6·45 Procent Kohlenoxyd und 3·02 Procent Methan. Ist hiedurch die Anwesenheit von organischer Substanz in den Gesteinen, in welchen Gänge aufsetzen können, nachgewiesen, so ist andererseits nicht zu leugnen, dass sich in der — nach unserer später eingehend begründeten Auffassung — organischen Farbe auf den Gängen selbst Verschiedenheiten bemerkbar machen. Bei einer grossen Anzahl von Flussspathvorkommen — so namentlich an sämmtlichen Stufen aus dem Obermünsterthal, Schwarzwald, konnte beobachtet werden, dass die mit dem Muttergestein direct zusammenhängende krystalline Flussspathmasse vollkommen farblos war, auf der schön gefärbte Flussspathkrystalle aufsassen, welch letzteren wiederum eine jüngere ungefärbte Flussspathgeneration folgte. Wenn man den heute vielfach, ja fast allgemein angenommenen Entstehungsvorstellungen für solche Gangbildungen folgt, so erklären sich diese Erscheinungen verhältnismässig einfach und ungezwungen. Bei der Erkaltung der Eruptivgesteine, welche nothwendig zur Bildung von Contractionsspalten und häufig von miarolithischen Hohlräumen führte, musste ein grosser Theil der Gase und überhitzten Lösungen aus den Gesteinen austreten. Diese konnten dann auf den Contractionsspalten — den Gängen — von den dort auskrystallisirenden Mineralien entweder in der Form von Einschlüssen oder als dilute Pigmentirung festgehalten werden. Spätere Krystallgenerationen stellen theilweise Wiederauflösungen schon abgesetzter Substanz dar und bedingen damit durch fractionirte Krystallisation gereinigte Substanz. Zugleich sei hier auch der weitere Einwand Weinschenk's zurückgewiesen, wonach es ihm als Beweis gegen die organische Färbung erscheint, dass die aus bituminösen Gesteinen ausgelaugten und wieder krystallisirten Mineralien farblos sind. Wir haben infolge dieser Auslaugung bitumenhaltiger Gesteine eben eine fractionirte Krystallisation vor uns, die dadurch begünstigt wird, dass die meisten färbenden, organischen Stoffe im Wasser schwer oder unlöslich sind, während wir bei den Gängen, in welchen die gefärbten Mineralien sich finden, an Krystallisation unter hohem Druck denken müssen, wie das auch die in

Digitized by Google

solchen Gangmineralien vielfach eingeschlossene flüssige Kohlensäure und flüssige Substanzen organischer Art beweisen. Es walten hier also ganz andere Verhältnisse ob, als bei Krystallisation unter gewöhnlichem Druck.

Anorganische Färbungen sind für verschiedene Mineralien auch von anderen Forschern und zum Theil wohl mit Recht angenommen worden, namentlich wenn sich die Färbungen derselben als feuerbeständig erwiesen, und wir werden in der Folge sehen, wo diese Anschauung berechtigt ist und wo sie anderer Erkenntnis weichen musste. Für die vorliegenden Untersuchungen über organische Farbstoffe sind nur die Arbeit von Spezia[1]), sowie die neueren Versuche über die Färbung des blauen Steinsalzes von Wichtigkeit. Spezia führt die braune Farbe des Zirkons auf Eisengehalt zurück und auch beim Steinsalz nimmt Kreutz[2]) eine blaue Eisenverbindung als färbendes Agens an, während er neuerdings[3]) mit Giesel[4]) die Ursache auf metallisches Natrium zurückführt, welche Ansicht Wiedemann und Schmidt auf Grund ihrer Untersuchung nicht theilen[5]), sondern den Grund der Färbung in einem Subchlorid als höchst wahrscheinlich annehmen. Inwieweit diese Vermuthungen sich bestätigten, werden wir unten zu zeigen haben.

Aus den obigen Ausführungen ergibt sich, dass die Erkenntnis der Mineralfarben nicht eben weit vorgeschritten ist, und dass uns hier ein fast unangebautes Gebiet offen stand. Wir glaubten uns zuerst der Untersuchung der durch organische Stoffe gefärbten Mineralien zuwenden zu sollen, einerseits weil diese sich durch die Zerstörbarkeit ihrer Farben leicht als solche kenntlich machen, dann aber auch, weil ihre Wirkung als färbendes Agens bald zu sehr verallgemeinert (durch Retgers), bald, wie jüngst durch Weinschenk, gänzlich negirt wurde. Diesen Versuchen über organische Färbungen sollen dann baldmöglichst die bereits begonnenen Untersuchungen über anorganische Substanzen, welche im Mineralreich

[1]) Spezia, Sul colore del zircone. Atti di real. Accad. di Science Torino, 12. November 1876, Bd. XII. — Ref. Grts. Zeitschr. Bd. I., pag. 399.

[2]) Kreutz, Ref. Grts. Zeitschr., 1895, XXIV, pag. 626. Anz. d. Ak. der Wiss. Krakau 1892, pag. 147.

[3]) Ber. d. d. chem. Ges., XXX, pag. 403.

[4]) Ber. d. d. chem. Ges., XXX, pag. 157.

[5]) Wiedemann's Annal., Novbr. 1897.

Digitized by Google

färbend auftreten, nachfolgen, und wir bitten daher, uns dieses Gebiet noch für einige Zeit zu überlassen.

Den Nachweis der organischen Substanz führten wir bei den verschiedenen Untersuchungsobjecten qualitativ und quantitativ. Der qualitative Nachweis der organischen Substanz als färbendes Agens kann als erbracht angesehen werden, wenn dieselbe beim Glühen den Geruch organischer Substanz (nach verbranntem Fett) zeigt, sich zugleich entfärbt, mit Kupferoxyd gemischt oder für sich im Sauerstoffstrom geglüht, Kohlensäure, die durch Trübung von Kalkwasser erkannt wurde, entwickelt und, wie den nachstehenden ausführlichen Beobachtungen darüber vorausgeschickt sein möge, mehr oder weniger stark beim Erwärmen phosphorescirt (Pyrophosphorescenz), solange Farbe und Geruch wahrnehmbar sind. Nach längerem, eventuell im Sauerstoffstrom ausgeführten Glühen müssen sich für alle diese Charakteristica negative Resultate ergeben.

Bei einer ganzen Reihe von Mineralvorkommen tritt noch zu diesen untrüglichen Anzeichen organischer Substanz beim Glühen vorübergehende Kohleabscheidung, die durch Zersetzung des organischen Stoffes bedingt wird. Quantitativ wurde die Bestimmung von Kohlenstoff und Wasserstoff durch die für organische Körper übliche Elementaranalyse in einem vollkommen trockenen und reinen Sauerstoffstrom bewirkt, wobei die Hälfte des Verbrennungsrohres mit Kupferoxyd, die andere Hälfte mit Bleichromat beschickt wurde, um (z. B. beim Topas, Flusspath, Apatit, Anhydrit) ein Entweichen von Flussäure oder schwefliger Säure zu vermeiden. Zur möglichst vollkommenen Entfernung von Gaseinschlüssen wurden die meisten Substanzen sehr fein gepulvert, aber nicht gebeutelt, um die Gefahr der Verunreinigung durch organische Substanz zu vermeiden, und dann über frischem Kali im evacuirten Exsiccator längere Zeit stehen gelassen.

Auf diese Weise wurden Flusspath, Apatit, Baryt, Cölestin, Anhydrit, Steinsalz, Kalkspath, Zirkon, Rauchtopas, Amethyst, Mikroklin, Turmalin (Rubellit) und Topas untersucht und ihre Färbung **durch organische Materie** bedingt erkannt.

Vom Flusspath wurden elf Vorkommen in verschiedenen Farben untersucht, die sämmtlich den oben normirten Bedingungen ent-

Digitized by Google

sprachen, also beim Erhitzen Geruch nach organischer Substanz und Pyrophosphorescenz zeigten, dabei andauernd entfärbt wurden u. s. w. Bei dieser Entfärbung machten wir die Beobachtung, dass die Erhitzung der dunkelvioletten Krystalle entweder durch die grüne Farbe hindurch über hellviolett oder rosa, oder direct von dunkelviolett über hellviolett—rosa zur Farblosigkeit führte. Es ist daraus zu schliessen, dass rosa, hellviolette, grüne und dunkelviolette Krystalle von denselben organischen Substanzen in verschiedenen Mengenverhältnissen gefärbt sind; ein Unterschied kann auf die beobachteten zwei verschiedenen Farbenübergänge dunkelviolett—grün—hellviolett—farblos und dunkelviolett—hellviolett—farblos deshalb nicht gegründet werden, weil bei gleich gefärbten Krystallen desselben Vorkommens bald die oben genannten zwei, bald die drei verschiedenen Farbtöne im Laufe der Entfärbung beobachtet wurden; es muss das Grün also als eine Erscheinung betrachtet werden, die je nach der Grösse des Krystalles, Art der Erhitzung u. s. w. bald zu beobachten war, bald nicht. Dass dieser Wechsel in der Färbung nicht von der Art, sondern der Menge der färbenden Substanz abhängt, geht auch aus den Resultaten der Elementaranalysen hervor. Für tiefviolette Flusspathe ergab sich ein höherer Kohlenstoffgehalt als für die grünen, der geringste Kohlenstoffgehalt für hellviolette—rosa Krystalle, während die farblosen überhaupt keinen Kohlenstoff enthielten. Gleiche Resultate ergeben sich auch aus den Analysen Wyrouboff's, die zum Beweise von uns mit herangezogen wurden. Es erklärt sich aus den Beziehungen der verschiedenen Färbungen zueinander auch die Thatsache, dass manche Krystalle, z. B. die von Derbyshire, in demselben Individuum theils violett, theils grün gefärbt sind. Untersucht und als durch organische Substanz gefärbt erkannt, sind nun folgende Vorkommen:

1. Wölsendorff, dunkelviolett. 2. Zinnwald, dunkelviolett. 3. Ehrenfriedersdorf, dunkelviolett. 4. Striegau, dunkelviolett. 5. Durham, dunkelviolett. 6. Schneeberg, dunkelviolett. 7. Joachimsthal, dunkelviolett, 8. Weardale, violett und grün. 9. Hoher Säntis, graugrün. 10. Münsterthal, grün und hellviolett. 11. Beaujolais, grün. 12. Hesselbach, hellgrün. 13. Göschenen Alp, rosa. Ihr Kohlenstoffgehalt ordnet sich, soweit bestimmt, folgendermassen:

1. Wölsendorff violett 0·017 Procent *C*, 0·0038 Procent *H*.
2. Schneeberg violett 0·014 Procent *C*, 0·0038 Procent *H*.
3. Weardale violett 0·010 Procent *C*, 0·008 Procent *H*.

Digitized by Google

4. Cumberland blau und grün 0·009 Procent *C*, 0·002 Procent *H*.
5. Beaujolais grün 0·0095 Procent *C*, 0·0025 Procent *H*.
6. Hesselbach grün 0·008 Procent *C*, 0·01 Procent *H*.
7. Durham gelb 0·007 Procent *C*, 0·0025 Procent *H*.
8. Cumberland farblos 0·00 Procent *C*, 0·00 Procent *H*.

Herangezogen zum Vergleich sind hier nur die schön krystallisirten Varietäten mit Ausnahme des besonders dunklen Wölsendorffer Flusspathes. Bei diesem letzteren gelang es sogar, die organische Substanz durch Destillation des Minerals im zugeschmolzenen wasserstoffgefüllten Glasrohr in Gestalt einiger Tropfen einer gelblichen öligen Flüssigkeit zu erhalten. Die Mengen derselben waren begreiflicherweise nur sehr gering; es konnte aber doch — wie das unten für Topas weiter ausgeführt ist — die Gegenwart von Kohlenwasserstoff durch physikalisches und chemisches Verhalten nachgewiesen werden.

Aehnlich wie Flusspath verhält sich der Apatit, der, in vier gefärbten Vorkommen untersucht, alle Reactionen einer färbenden organischen Substanz zeigte. Auch er wurde sowohl bei hellvioletter wie grüner Farbe durch Erhitzen farblos. Die Krystalle von Ehrenfriedersdorf waren violett oder grün und die von Zinnwald schmutziggrau; sie wurden vollkommen entfärbt, während grüne Krystalle von Canada nach dem Erhitzen gelb erschienen.

Blauer Baryt, Cölestin, Anhydrit und blauer und violetter Kalkspath zeigten nichts Aussergewöhnliches; Anhydrit liess vor der vollkommenen Entfärbung deutliche Kohleabscheidung erkennen, während alle eben genannten Mineralien die Pyrophosphorescenz (bei den farbigen Kalkspathen in hohem Masse vorhanden) zeigten.

Interessanter, weil viel umstritten, ist die Farbe des blauen Steinsalzes. Wir stellten durch Erhitzen mit metallischem Natrium im geschlossenen Glasrohr (nach Vorschrift von Giesel und Kreutz[1]) violette, blaue und braune Krystalle dar und beobachteten ihr Verhalten im Vergleich zu den blauen und violetten, in der Natur vorkommenden Krystallen. Es ergab sich dabei, dass das Verhalten der künstlich und natürlich gefärbten Krystalle, wie das auch Wiedemann und Schmidt[2]) aus dem physikalischen Verhalten geschlossen

[1]) loco cit.
[2]) Wiedemann's Annal., 1898, pag. 89.

Digitized by Google

haben, vollkommen voneinander verschieden ist. Die mittels metallischen Natriums gefärbten Krystalle liessen bei der Auflösung im Wasser deutliche Wasserstoffentwicklung wahrnehmen, die Lösung gab alkalische Reaction und die Spaltstücke zeigten keine Pyrophosphorescenz. Letztere Eigenschaft war dagegen wie alle oben für organisch gefärbte Mineralien postulirten Eigenschaften beim natürlichen Steinsalz in vorzüglicher Weise vorhanden. Dass als Färbemittel nicht, wie Kreutz[1]) glaubt, eine Eisenverbindung wirksam sein konnte, wurde dadurch widerlegt, dass 2 Gramm blaues Steinsalz gepulvert keine Spur einer Eisenreaction ergab. Die nach Kreutz eigenthümliche Erscheinung, dass sich natürliches blaues Steinsalz im Wasserstoffstrom schwerer entfärbt als im Sauerstoffstrom, ist bei Annahme einer organischen Färbung sehr erklärlich, da die betreffende organische Substanz — schwer flüchtig — im Wasserstoffstrom erst bei höherer Temperatur vergast wird, während zu ihrer Zersetzung und Verbrennung im Sauerstoffstrom eine geringere Temperatur vollkommen ausreicht. Eine Wiederfärbung beim Erkalten, wie dieselbe von Kreutz angegeben wird, konnte nie beobachtet werden. Es ist also nach dem oben Gesagten die Färbung des blauen Steinsalzes der Natur im Gegensatz zu dem künstlich gefärbten sicher als durch organische Substanz bedingt zu betrachten.

Bei dem Zirkon, der nach den Untersuchungen von Spezia[2]) durch Eisen gefärbt sein soll, konnte in allen untersuchten Krystallen die dilute Färbung als durch organische Materie hervorgerufen erkannt werden. Kleine Krystalle von Arendal zeigten nach dem Erhitzen im Sauerstoffstrome überhaupt keine Spuren von Fe_2O_3, grössere Individuen von Arendal und Miask, amerikanische Krystalle, sowie die helleren Zirkongerölle von Ceylon liessen zwar nach dem Glühen im Sauerstoffstrome deutlich rothe Flecken von Eisenoxyd erkennen, ja in dunklen Krystallen von Ceylon trat dasselbe noch mehr hervor, aber in keinem Falle war es gleichmässig vertheilt, in keinem Falle war es die Ursache der diluten Färbung. Es wurde vielmehr überall bei deutlicher Pyrophosphorescenz die Anwesenheit organischer Substanz in nicht unbedeutenden Mengen wahrgenommen, wie das namentlich aus der Gewichtsabnahme

[1]) loc. cit.
[2]) loc. cit.

Digitized by Google

beim Glühen erhellte. Durch erneutes Glühen im Wasserstoffstrome und die dadurch herbeigeführte Reduction des Fe_2O_3 konnte aus der erfolgenden Gewichtsabnahme allerdings geschlossen werden, dass Eisen fast immer in geringem Procentsatze in den untersuchten Zirkonen vorhanden war. Es muss aber die Annahme der diluten Färbung des Zirkons durch Eisenoxyd für die untersuchten Vorkommen als hinfällig gelten.

In dem Rauchtopas, bei welchem Pyrophosphorescenz, organischer Geruch, Gewichtsabnahme bei Glühen, Bräunung des weissen Pulvers beim Uebergiessen mit Schwefelsäure die Anwesenheit von organischer Farbsubstanz erwarten liessen, konnte dieselbe qualitativ und quantitativ als Kohlensäure nachgewiesen werden. Wurde damit der älteren, experimentell gestützten Ansicht Forster's[1]) wieder zu ihrem Recht verholfen, so konnte doch der von Forster vermuthete Stickstoff nicht gefunden werden; es ist vielmehr nach der Analyse ein Kohlenwasserstoff als Färbemittel wahrscheinlich, wenngleich derselbe nicht wie beim Flusspath, Topas, Zirkon in Substanz isolirt wurde. Die Reaction auf Titansäure, welche Weinschenk erhielt, wieder zu bekommen, gelang uns trotz wiederholter Versuche nicht.

Der Amethyst wird in vielen Fällen durch Glühen vollkommen entfärbt; in anderen Fällen tritt nach dem Glühen — wie das schon früher beobachtet und in der Edelsteintechnik benutzt worden ist — eine meist schwache Gelbfärbung ein. Dass letztere zu der Farbe des Amethystes in keiner nothwendigen Beziehung steht, geht daraus hervor, dass sie eben nicht regelmässig auftritt. Stets aber phosphorescirt Amethyst deutlich, ergibt beim Glühen Gewichtsverlust und lässt überhaupt qualitativ und quantitativ die Anwesenheit organischer Substanz, die logisch als färbendes Agens gelten muss, erkennen.

Bei dem grünen Mikroklin oder Amazonenstein machte schon Des Cloizeaux[2]) darauf aufmerksam, dass die Farbe wahrscheinlich von einer „in feinen Flocken darin enthaltenen organischen Substanz" herrühre, da die Krystalle durch Glühen entfärbt wurden. Es tritt thatsächlich nach unseren Beobachtungen beim Erhitzen organischer Geruch, Abscheidung von Kohle und schwache Pyro-

[1]) loc. cit.

[2]) Ref. Zeitschr. f. Krystallographie, 1877, I, pag. 81. — Annal. de Chim. et de Phys., 1876 (5), pag. 9.

Digitized by Google

phosphorescenz auf, so dass die Färbung durch eine organische Verbindung sicher ist; die verschiedenen Vorkommen des Amazonensteins — Pikes Peak, Mt. Desert, Ural — verhalten sich übereinstimmend.

Unter den Turmalinen ist es der rosa Rubellit, dessen Färbung als organisch betrachtet werden muss, da beim Erhitzen die verlangten Charakteristica erkannt werden können.

Eines der interessantesten unter den untersuchten Mineralien war der Topas. Es kamen Krystalle von Schneckenstein, San Louis Potosi (Mexico), Villa rica (Brasilien), zur Untersuchung, von denen die letzteren ein von den beiden ersten abweichendes Verhalten zeigten. Während die Krystalle von Schneckenstein und San Louis Potosi durch die Erhöhung der Temperatur dauernd entfärbt werden, tritt bei den brasilianischen Topasen nur vorübergehende Entfärbung ein, welche, wenn längere Zeit geglüht war, nach dem Erkalten einer hellrosa bis deutlich rothvioletten Farbe Platz macht, eine Erscheinung, die schon lange bekannt ist. Die Krystalle aller drei Fundorte geben beim Erhitzen deutlich den Geruch nach organischer Substanz; während sich aber die mexikanischen Krystalle meist ohne Decrepitation entfärben, tritt bei den. brasilianischen oft, bei den Schneckensteiner fast immer Decrepitation ein. Dies Verhalten erklärt sich leicht daraus, dass besonders die letzteren reich an Flüssigkeitseinschlüssen sind, welche u. d. M. farblos durchsichtig werden. Schon Brewster hatte auf dieselben aufmerksam gemacht und sie als zwei verschiedene Substanzen unterschieden.[1]) Die eine Flüssigkeit — nur leicht an den Wandungen haftend, beweglich und von sehr starkem Ausdehnungsvermögen — besitzt den Brechungsexponenten 1·1311 und wurde von Dana als Brewsterlinit bezeichnet[2]); die andere, welche meist in denselben Hohlräumen auftritt, aber dichter (Brechungsexponent 1·2946) und weniger expansibel ist, nannte Dana Kryptolin.[2]) Brewsterlinit und Kryptolin mischen sich nicht miteinander und Erhard und Stelzner zeigten[3]), dass beim Erhitzen die relativ kleineren Libellen der expansibleren Flüssigkeit schon bei 26°, alle

[1]) Edinb. phil. Journ., 1823, pag. 9. — Edinb. new philos. Journ., 1845, 38, 386. Philos. Mag., — 1847, 37, 101, 47; 1853, IV, 5, 235. — L'Inst. Franc., 1853, 21, 203. — Phil. Mag., 1863, 25, 174.

[2]) Dana, Mineralogie, 1850, 559; 1854, 471; 1868, 761.

[3]) Tscherm. Mitth., N. F., I, pag. 450.

Digitized by Google

aber unter der kritischen Temperatur der Kohlensäure verschwanden, um beim Abkühlen wiederzukehren. Dana glaubte die Flüssigkeiten für Kohlenwasserstoffe ansprechen zu müssen, und für seine Auffassung spricht auch die Beobachtung von A. E. von Nordenskiöld[1]), welcher bemerkte, dass in geglühten brasilianischen Topasen ein Russigwerden der in Zersetzung begriffenen Flüssigkeit eintrat, und dass in nicht zersprengten Hohlräumen eine körnige, braunrothe bis schwarze Masse steckte. Nordenskiöld schliesst aus diesem Verhalten, wie aus der Thatsache, dass auf Gängen häufig geringe Massen von Asphalt vorkommen, es könne hier ein Kohlenwasserstoff der Naphthareihe vorliegen, wofür allerdings experimentell kein Beweis beigebracht ist.

Mit den oben skizzirten Beobachtungen stimmen in der That die unserigen bis auf die Schlussfolgerungen überein; der Schneckensteiner Topas, welcher viel reicher an Flüssigkeitseinschlüssen ist als der brasilianische, infolgedessen auch bedeutend heftiger decrepitirt, zeigt beim Glühen im Reagenzrohr auf den durch Decrepitiren entstandenen Spaltflächen deutlichen Kohlenüberzug, der erst bei stärkerem Glühen wieder verschwindet. Nach dem Grade des Decrepitirens zu urtheilen, würde in den Topasen von San Louis Potosi am wenigsten, in denen von Villa rica mehr und in denen von Schneckenstein am meisten Kohlenwasserstoff vorhanden sein. Dieser Gehalt an organischer Substanz steht zugleich deutlich in Zusammenhang mit der Pyrophosphorescenz. Während die Krystalle von San Louis Potosi, welche meist wenig intensiv gefärbt, häufig sogar farblos sind, nur schwach, in ungefärbten Krystallen kaum merkbar mit weissem Licht phosphoresciren, ist die Phosphorescenz bei den brasilianischen und sächsischen Krystallen stark mit weissem bis hellgelbgrünem Licht. Dass Farbe, Phosphorescenz und Gehalt an organischer Substanz im Zusammenhang stehen, lässt sich leicht verfolgen. Die Phosphorescenz erstreckt sich wie die Farbe über den ganzen Krystall gleichmässig, tritt aber dann besonders stark auf, wenn Decrepitiren eintritt, d. h. wenn grössere Mengen organischer Substanz, die danach zugleich die färbende ist, freiwerden. Beim Vergleich der Stärke von Farbe und Pyrophosphorescenz können die brasilianischen Krystalle nicht mit herangezogen werden, da in denselben neben organischer

[1]) N. J., 1886, I, pag. 242.

Digitized by Google

Substanz auch eine anorganische vorhanden ist, eine Thatsache, die sich daraus ergibt, dass die Krystalle nach längerem Glühen und Abkühlen violett werden.

Bei dem Topas von Schneckenstein gelang es durch Destillation bei Luftabschluss und unter Druck wenige Tropfen eines gelblichen Oeles zu erhalten, welches nach seiner Unlöslichkeit in Laugen und Säuren, sowie nach seinem stark empyreumatischen Geruch und seiner Löslichkeit in Ligroin und Aether als Kohlenwasserstoff anzusprechen ist und vollkommen dasselbe Verhalten zeigte, wie die beim Flusspath erhaltenen Tröpfchen. Ausserdem bildete sich im Rohr ein Anflug einer festen, weissen Substanz, und die Tröpfchen zeigten beim Stehen an der Luft einen dünnen Hautüberzug. Beim Topas wurde eine etwas grössere Menge von schwer flüchtigem Oel erhalten als beim Flusspath, und so konnte noch die Gegenwart geringer Mengen einer in HCl löslichen Substanz constatirt werden, die mit Platinchlorid nadlige, wahrscheinlich monokline Krystalle eines Platindoppelsalzes gab. Zu einer Analyse war jedoch auch hier die Menge der Substanz nicht ausreichend und es konnte nur der Topas selbst einer Dumas'schen Stickstoffbestimmung unterworfen werden, welche thatsächlich die Anwesenheit geringer Mengen Stickstoffs ergab. Es ist nach diesen Analysenergebnissen nicht unwahrscheinlich, dass die grösseren, schwer beweglichen, von Dana mit dem Namen Brewsterlinit bezeichneten Flüssigkeitseinschlüsse dem schwer flüchtigen Kohlenwasserstoff entsprechen, während das in geringerer Menge vorhandene Kryptolin, welches leichter flüchtig ist, auf den stickstoffhaltigen Körper zu beziehen wäre. Die Destillation des Schneckensteiner Topas wurde zweimal mit dem gleichen Resultat ausgeführt.

Beim brasilianischen Topas wurde ebenfalls ein Destillationsversuch gemacht, der zu ähnlichem Resultate führte, wenngleich hier die Gegenwart stickstoffhaltiger Substanz nicht nachgewiesen wurde. Wie bereits erwähnt, wurde der Topas von Villa rica nach dem Glühen violett, so dass die Farbe der vereinten Wirkung einer anorganischen und organischen Substanz zugeschrieben werden muss. Dieser Umstand legt nach obigen Untersuchungen folgende Betrachtungen nahe, die einer Verallgemeinerung fähig erscheinen. Es ist bekannt[1]), dass Kohlenwasserstoffe und namentlich hochsiedende,

[1]) Engler und Kneis, Dingler's Polyt. Journ., 1887, pag. 263, 198.

Digitized by Google

wie sie hier nachgewiesen wurden, schon bei gewöhnlicher Temperatur Metalloxyde zu lösen imstande sind, bei erhöhter Temperatur sogar in beträchtlichen Mengen. Kohlenwasserstoffe als färbende Substanzen an und für sich sind zwar auch bekannt, wir erinnern an das Carotin, den Farbstoff der Möhre (Daucus carota), und es ist daher — wie aus anderen, schon früher gemachten Erwägungen hervorgeht — anzunehmen, dass der von uns im Flusspath und im sächsischen Topas nachgewiesene Kohlenwasserstoff hier allein das färbende Princip ist. Allein es wäre auch denkbar, dass in manchen Fällen, wie es z. B. das Verhalten des brasilianischen Topases nahelegt, das färbende Princip ein in Kohlenwasserstoff gelöstes Metalloxyd ist. Unsere gegenwärtige Aufgabe ist es, solche Metalloxyde dort, wo sie nach der feuerbeständigen Färbung zu erschliessen sind, wirklich nachzuweisen. Dieser Nachweis geringer Mengen von Metalloxyd ist, wie wir uns überzeugen konnten, durchaus nicht leicht, da die Bestimmung von Spuren Metalls metallfreie Reagentien zur Voraussetzung hat, die uns in den käuflichen Reagentien nie zur Seite standen. Selbst frisch destillirte Flussäure enthielt beträchtliche Mengen von Eisen, selbst das reinste käufliche Kalium- und Natrium-Carbonat ergab in grösseren Mengen mit Schwefelwasserstoff eine Färbung, und grosse Mengen werden zum Aufschluss grosser Mengen Minerals natürlich benöthigt.

Experimenteller Theil.

I. Flusspath.

Untersucht wurden mit Ausnahme der grobkrystallinen Massen von Wölsendorff nur tadellos reine, deutlich ausgebildete Krystalle.

1. Dunkelviolette krystalline Massen von Wölsendorff und dunkelviolette Krystalle ($\infty O \infty, O$ oder $\infty O \infty$ allein) von Zinnwald, Striegau, Weardale Cumberland. Beim Erwärmen starke Phosphorescenz, starkes Decrepitiren; Entfärbung mit der Farbenfolge: dunkelviolett-grün-hellviolett-farblos oder dunkelviolett-hellviolett-farblos. Die grüne Farbe tritt immer nur vorübergehend auf; häufig ebenso vorübergehende Kohleabscheidung.

Zur Isolirung der färbenden Substanz wurden 120 Gramm im geschlossenen, schwer schmelzbaren Rohr im Verbrennungsofen zur

Digitized by Google

beginnenden Rothgluth erhitzt. Um Oxydation zu vermeiden, wurde das Rohr vorher durch Verdrängung der Luft mit reinem, trockenem Wasserstoff gefüllt. Beim Oeffnen des erhitzten Rohres war hier wie bei dem ebenso behandelten Topas kein Druck wahrnehmbar. Scharf hinter dem erhitzten Theil zeigte sich ein leichter Anflug einer festen Substanz, dicht hinter diesem wenige gelbliche Tröpfchen einer Flüssigkeit; das Mineral selbst zeigte an vielen Stellen starken Kohleüberzug. Dem geöffneten Rohr entströmte ein durchdringend empyreumatischer Geruch. Die Tröpfchen der erhaltenen Flüssigkeit wurden mit Aether herausgespült und zeigten nach dem Verdunsten des letzteren den gleichen Geruch, wie das geöffnete Rohr, ähnlich dem von verbranntem Stroh. In Alkali und Säuren zeigte sich keine Veränderung, Ligroin und Chloroform löste leicht, nach Verdampfung die gelben Tröpfchen wieder hinterlassend. Mit $PtCl_4$ war keine Fällung zu beobachten, nach Zugabe eines Tropfens HCl trat alsbaldige Reduction zu Platin ein.

Um zu sehen, ob die organische Substanz Stickstoff enthielt, wurden 20 Gramm des Minerals nach Art der Dumas'schen Stickstoffbestimmung im Kohlensäurestrom mit vorgelegtem Kupferoxyd etc. erhitzt. Nur 0·1 Cubikcentimeter Stickstoff wurden erhalten, die einer Fehlerquelle entstammen dürften.

2. Grosser, violetter $\infty O \infty$, Zwilling nach O von Weardale, Cumberland; schön fluorescirend: violett im auffallenden, hellgrau im durchfallenden Licht. Pyrophosphorescirend von blauviolett über hellviolett zu gelb. Starkes Decrepitiren, vorübergehende Kohleabscheidung und dauernde Entfärbung.

Um nach der üblichen Art organische Substanz als CO_2 nachzuweisen, wurde feinst pulverisirtes Mineral nach längerem Stehen im evacuirten Exsiccator über Kali im schwer schmelzbaren Kölbchen erhitzt und zugleich Sauerstoff darübergeleitet, der alsdann eine Erlenmeyer'sche Absorptionsflasche mit Kalkwasser passiren musste, die nur durch ein Natronkalkrohr mit der Luft communicirte. Beim Durchleiten des Sauerstoffs in der Kälte blieb das Absorptionsmittel klar, beim Glühen fiel sofort ein Niederschlag, der in Salzsäure unter Aufbrausen leicht löslich, daher nicht etwa Fluorcalcium sein konnte.

Um die Menge der organischen Substanz zu bestimmen, wurde nach Art der Elementaranalyse das Mineral mit Kupferoxyd ver-

Digitized by Google

brannt, wie das Wyrouboff bereits that; wir legten indessen Bleichromat neben Kupferoxyd vor, um eventuell freies Fluor, das im Flusspath nach Becquerel und Moissan vorkommen soll, zu binden.

Analyse: angewandte Substanz = 16·4 Gramm.

Gefunden: CO_2 = 0·0058 Gramm = 0·035 Proc. CO_2 = 0·01 Proc. C,
H_2O = 0·0128 Gramm = 0·078 Proc. H_2O = 0·009 Proc. H.

Grosse, grüne, stark fluorescirende Würfel, Zwillinge nach O von demselben Vorkommen pyrophosphorescirten und decrepitirten. Beim Erhitzen werden sie über hellviolett farblos.

3. Grosse Würfel von Derbyshire in einunddenselben Krystallen theils violett, theils grün gefärbt. Beim Erhitzen werden die hellvioletten Stücke direct farblos, die grünen zuerst hellviolett, dann farblos.

4. Krystalline und klar durchsichtige, hellgrüne Massen von einem Gang von Hesselbach bei Oberkirch. Beim Erhitzen Farbenwechsel von hellgrün über hellviolett (nur momentan) zu farblos. Nicht decrepitirend. — Zur Verbrennung wurden 22·295 Gramm verwandt.

Gefunden: CO_2 = 0·006 Gramm = 0·027 Proc. CO_2 = 0·008 Proc. C,
H_2O = 0·0237 Gramm = 0·16 Proc. H_2O = 0·01 Proc. H.

5. Graugrüne Würfel vom Hohen Säntis, Appenzell, wechseln beim Erhitzen die Farbe von grün über rosa zu farblos.

6. Grosses Oktaëder-Spaltstück von grasgrüner Farbe aus dem Teufelsgrund, Münsterthal, Schwarzwald, wird durch Erhitzen entfärbt.

7. Würfel mit flachem Pyramidenwürfel; sehr hellviolette Krystalle vom Teufelsgrund werden durch Erhitzen entfärbt.

8. Rosa Oktaëder von der Göschenen Alp, Schweiz, werden beim Erhitzen unter Kohleabscheidung farblos.

II. Apatit.

1. Grüne und violette, vollkommen durchsichtige Apatitkrystalle von Ehrenfriedersdorf, Sachsen, werden unter starker Pyrophosphorescenz (kurz violett, lange gelbgrün, dann farblos) und vorübergehender Abscheidung von Kohle entfärbt. Das im Sauerstoffstrom erhitzte Pulver der Substanz gibt bei Einleiten des entstandenen Gases in Kalkwasser deutlichen Niederschlag von $CaCO_3$, löst sich

Digitized by Google

in *HCl*. Zur Elementaranalyse der violetten Krystalle kamen 4·5 Gramm pulverisirt zur Anwendung, und auch hier wurde zur Bindung von *Fl*, beziehungsweise *Cl*, Bleichromat vorgelegt.

Gefunden: CO_2 = 0·003 Gramm = 0·066 Proc. CO_2 = 0·018 Proc. *C*,
H_2O = 0·0055 Gramm = 0·122 Proc. H_2O = 0·014 Proc. *H*.

2. Graugrüner Apatitkrystall von Zinnwald wird von graugrün über grau entfärbt.

3. Grüner Apatit von Canada, der organischen Geruch, grünlichweisse Pyrophosphorescenz etc. wie die oben genannten zeigt, wird nach dem Erhitzen gelb, enthält also zugleich eine anorganische Substanz.

III. Baryt.

Taflige Krystalle von Almendingen in Württemberg wurden nur qualitativ geprüft. Sie ergaben beim Erhitzen im Sauerstoffstrom deutlichen Niederschlag in Kalkwasser, rochen nach organischer Substanz und entfärbten sich unter Kohleabscheidung unter schwacher, aber deutlicher Pyrophosphorescenz.

IV. Cölestin.

In hellblauen, fasrigen Stücken von der Dornburg bei Jena gab beim Erwärmen organischen Geruch, wurde entfärbt und pyrophosphorescirte schwach. Ebenso verhalten sich blaue Krystalle von Ober-Gembeck bei Corbach in Waldeck, welche uns Herr Prof. Bauer in Marburg gütigst überliess.

V. Anhydrit.

Hellblaue, krystalline Massen von Bleiberg, Kärnten, zeigten beim Erhitzen im Reagensrohr deutliche Kohleabscheidung und wurden unter starkem Geruch nach verbranntem Fett vollkommen entfärbt. Das im Sauerstoffstrom erhitzte Pulver bewirkte durch entwickelte Kohlensäure deutlichen Niederschlag in Kalkwasser. Zur Analyse wurden 12·3 Gramm verwandt und wieder unter Vorlage von Bleichromat verbrannt.

Gefunden: CO_2 = 0·009 Gramm = 0·073 Proc. CO_2 = 0·02 Proc. *C*,
H_2O = 0·012 Gramm = 0·097 Proc. H_2O = 0·011 Proc *H*.

Digitized by Google

VI. Kalkspath.

1. Violettes Spaltstück nach *R* von Auerbach an der Bergstrasse, riecht erhitzt nach organischer Substanz, decrepitirt und pyrophosphorescirt schwach mit weissem Licht.

2. Blaues Spaltstück von Jefferson Cty., wird durch Erhitzen unter Geruch entfärbt und phosphorescirt stark mit gelbem Licht.

VII. Steinsalz.

Blaue und violette Spaltstücke von Stassfurt und Wieliczka dienten zur Untersuchung. Das in der Natur vorkommende, dilut gefärbte Steinsalz ist entweder blau oder violett. Ganz tiefblau gefärbte Stücke wurden — im Reagenzrohr erhitzt — zuerst violett, dann vollkommen farblos. Im Zusammenhange damit zeigte sich organischer Geruch, der mit der Entfärbung verschwand. Das natürlich gefärbte Steinsalz phosphorescirt beim Erwärmen schwach, aber deutlich mit weissem Licht.

$3^1/_2$ Gramm feingepulvertes, blaues Steinsalz von Wieliczka entwickelt auch, nachdem es 36 Stunden im evacuirten Exsiccator über Kali gestanden hat, bei der Destillation im Sauerstoffstrom Kohlensäure — durch einen kräftigen, weissen Niederschlag von $CaCO_3$ im Kalkwasser kenntlich. Im Wasserstoffstrom erwärmt, entfärbt es sich schnell und nimmt weder beim Erkalten, noch beim Erhitzen bis zum Schmelzpunkt und nochmaligen Erkalten im Wasserstoffstrom die Farbe wieder an. Im Wasser klar gelöst, gibt es weder einen Rückstand (Fe_2O_3), noch alkalische Reaction, und mit Schwefelammonium tritt keine Eisenreaction ein, die auf Zusatz von $^1/_{100}$ Milligramm Eisenvitriol deutlich auftrat. Farbloses Steinsalz von Stassfurt, fein gepulvert und längere Zeit im Vacuumexsiccator über Kali getrocknet, gibt bei der Erhitzung im Sauerstoffstrom keine Kohlensäure, ist also — wenigstens in dem beobachteten Falle — kohlensäurefrei.

Um die Versuche von Kreutz und Giesel zu wiederholen, wurden farblose Stücke von Steinsalz in einer Wasserstoffatmosphäre mit metallischem Natrium im schwer schmelzbaren, geschlossenen Rohr erhitzt.

Nach vierstündigem Erhitzen waren diejenigen Würfel, welche direct im *Na* eingebettet lagen, schön violett gefärbt, andere waren

Digitized by Google

entweder farblos oder zeigten schwach braune Farbe. Bei einer Wiederholung dieses Versuches wurden auch zum Theil blaue Würfel erhalten, die beim Erhitzen zuerst violett, dann farblos wurden. Die Würfel waren an den Kanten besonders stark gefärbt, und einige Spaltstücke zeigten braune, wie violette Farbe sogar ausschliesslich an den Kanten. Ein sorgfältig durch oftmaliges Waschen mit destillirtem Wasser von etwa anhaftendem metallischen Natrium gereinigter Würfel ergab, weiter mit Wasser behandelt, bis zum Verschwinden der Farbe, welches ziemlich schnell erfolgte, Wasserstoffentwicklung, während die oft erneute Lösung jedesmal wieder alkalische Reaction zeigte. Es blieb zuletzt in gesättigter Lösung nur ein vollkommen farbloses Stück Steinsalz zurück. Die Beobachtung von Kreutz, dass das künstlich blau gefärbte Steinsalz in concentrirter Kochsalzlösung seine Farbe nicht verliert, konnte wiederholt werden. Ihre Erklärung ist einfach, wenn man bedenkt, dass das Salz in der concentrirten Lösung nicht angegriffen werden kann und so weder eine Auflösung, noch eine Entfärbung, die sich zugleich in der beginnenden Wasserstoffentwicklung äussern würde, eintreten kann. Es stimmt diese Thatsache mit den Beobachtungen an den gefärbten Mineralien, aus denen sich die doch in Aether und Ligroin lösliche organische Substanz durch diese Mittel nicht extrahiren liess, weil eben das Mineral selbst, welches in diesen Lösungen nicht angegriffen werden konnte, die eingeschlossene Substanz schützte. Beobachtet wurde ferner, dass bei der Auflösung der künstlich gefärbten Steinsalzkrystalle die Wasserstoffentwicklung am stärksten bei den blauen, schwächer bei den violetten und kaum merkbar bei den braun gefärbten Krystallen vor sich ging; ein Stück, das zu den beiden Seiten eines Spaltrisses theils violett, theils braun war, zeigte diesen Unterschied besonders deutlich. Danach müssen wohl diese verschiedenen Farbtöne einem verschieden hohen Gehalt an Natrium entsprechen. Alle diese, durch Natrium gefärbten Chlornatriumkrystalle wurden beim Erhitzen im Sauerstoff-, wie im Wasserstoffstrom ebenfalls dauernd entfärbt, zeigten aber keine Pyrophosphorescenz.

Das chemische Verhalten der künstlich gefärbten Steinsalzkrystalle ist also vollkommen verschieden von dem des natürlichen blauen und violetten Steinsalzes. Letzteres entfärbt sich mit Wasser übergossen allerdings in dem Masse, als es sich löst; die Reaction ist aber nicht alkalisch, Wasserstoffentwicklung tritt nicht ein,

Digitized by Google

kurzum die beiden gefärbten Substanzen verdanken die Farbe verschiedenen Stoffen, einmal dem Natrium, das anderemal schwer flüchtigem Kohlenwasserstoff.

VIII. Zirkon.

Da Spezia auf das abwechselnde Glühen des Zirkons in Oxydations- und Reductionsflamme den Schluss gegründet hatte, dass die Farbe dieses Minerals nicht von organischer Substanz, die Farbenänderung nicht von der Höhe der Temperatur abhänge und dass schliesslich die Pyrophosphorescenz nicht mit der Farbe in Zusammenhang stehe, war es unsere Aufgabe, die abweichende Auffassung experimentell zu begründen.

Grosse braune Krystalle von Arendal und Miask, kleine braune, vollkommen durchsichtige von Arendal, die käuflichen amerikanischen Zirkone, grössere, gerollte, hellbraune Krystalle aus den Ceylongeschieben und kleinere dunkelbraune, noch stärker gerundete ebendaher werden beim Glühen im Reagenzglas bedeutend heller, bei den kleinen Krystallen von Arendal tritt vollkommene Farblosigkeit ein, beide aber zeigen dabei deutlich Geruch nach organischer Substanz. Alle diese Krystalle zeigen Pyrophosphorescenz mit weissem bis gelblichem Licht, geben beim Erhitzen im Sauerstoffstrom und Ueberleiten des entwickelten Gases in Kalkwasser deutliche (durch den Niederschlag von $CaCO_3$ kenntliche) Kohlensäure-Reaction.

1. Um zu zeigen, dass beim Glühen ein absoluter Gewichtsverlust, nicht eine Gewichtsconstanz oder Gewichtszunahme eintritt, wie die Gegenwart von Eisen es fordern würde, wurden vollkommen durchsichtige, kleine, braune Krystalle von Arendal im Rosetiegel im Sauerstoffstrom geglüht. Sie wurden danach zum weitaus grössten Theil vollkommen farblos, nur wenige der grössten Individuen zeigten einige rothe Flecke von der Farbe des Fe_2O_3.

Angewandte Substanz = 3·7614 Gramm.

Glühverlust im O-Strom: 0·0024 Gramm = 0·063 Procent.

Um einen Anhaltspunkt für die Mengen des Eisenoxyds zu gewinnen, wurden dieselben Krystalle noch im Wasserstoffstrom geglüht, worauf sich ein weiterer Gewichtsverlust von 0·0003 Gramm, hervorgerufen durch Reduction des Fe_2O_3, ergab. Es ist dies im Verhältnis zum Glühverlust im Sauerstoffstrom (organische Substanz) überaus wenig.

Digitized by Google

Zur quantitativen Bestimmung der organischen Substanz diente eine Elementaranalyse.

Angewandte Substanz = 3·2887 Gramm.

Gefunden: CO_2 = 0·002 Gramm = 0·06 Proc. CO_2 = 0·016 Proc. *C*.
H_2O = 0·004 Gramm = 0·12 Proc. H_2O = 0·013 Proc. *H*.

2. Die grossen Krystalle vom Ural erschienen nach mehrstündigem Glühen im Sauerstoffstrom trübweiss mit rothen Flecken.

Angewandte Substanz = 10·2 Gramm.

Gewichtsverlust im *O*-Strom = 0·0124 Gramm = 0·12 Procent.

Nach dem Glühen im Wasserstoffstrom traten an Stelle der rothen Flecke schwarze, von der Reduction des Eisenoxyds zu Eisenoxydoxydul bezw. Eisen herrührend, auf und das Gewicht nahm noch um 0·0023 Gramm = 0·022 Procent ab.

Die Elementaranalyse ergab:

Angewandte Substanz = 3·5622 Gramm.

Gefunden: CO_2 = 0·002 Gramm = 0·06 Proc. CO_2 = 0·016 Proc. *C*.
H_2O = 0.0057 Gramm = 0·165 Proc. H_2O = 0·018 Proc. *H*.

3. Die amerikanischen Krystalle zeigten nach dem Glühen im Sauerstoffstrom stärker rothe Flecke als die von Arendal und Miask.

Angewandte Substanz = 5·8 Gramm.

Gewichtsverlust im *O*-Strom = 0·0145 Gramm = 0·25 Procent.

Beim Erhitzen im Wasserstoffstrom weitere Gewichtsabnahme von 0·0043 Gramm = 0·07 Procent; die Krystalle erschienen farblos mit schwarzen Flecken.

4. Die grösseren, hellen Zirkonkrystalle aus den Edelsteinsanden von Ceylon wurden ebenfalls im Sauerstoffstrom geglüht.

Angewandte Substanz = 14 Gramm.

Gewichtsverlust = 0·0103 Gramm = 0·074 Procent.

Beim Erhitzen im Wasserstoffstrom trat eine weitere Gewichtsabnahme von 0·0017 Gramm und bei dem darauffolgenden erneuten Glühen im Sauerstoffstrom, um zur Controle das eben reducierte Eisen zu oxydieren, eine etwa gleiche Gewichtszunahme von 0·0013 Gramm auf.

5. Von den braunen, meist dunkleren und stärker abgerollten Ceyloner Krystallen wurde eine Portion im Sauerstoffstrom geglüht.

Angewandte Substanz = 2·5 Gramm.

Gewichtsverlust = 0·0029 Gramm = 0·12 Procent.

Im Wasserstoffstrom weitere Abnahme von 0·0005 Gramm.

Digitized by Google

Da die amerikanischen Zirkone verhältnismässig viel organische Substanz führten, wurde mit 55 Gramm ein Destillationsversuch gemacht. Nach dem mehrstündigen Erhitzen im wasserstoffgefüllten Glasrohr hatten sich die Krystalle durch reducirtes Eisen fleckenweise geschwärzt; neben denselben war beiderseits hinter einem vorgesteckten Asbestpfropfen ein weisser, dünner, ringförmiger Beschlag von fester Substanz und zahlreiche Wassertropfen sichtbar. Nach dem Oeffnen der Röhre entwickelte sich wie bei Flusspath und Topas ein starker empyreumatischer Geruch. Die Röhre wurde mit Aether ausgespült, nach dessen Verdunstung einige Tröpfchen zurückblieben. Dieselben reagirten mit Lackmuspapier deutlich alkalisch. Sie gaben, mit Salzsäure angesäuert, auf Zusatz von Platinchlorid einen schön krystallisirten Niederschlag von scharfbegrenzten gelben Oktaëdern. Nach diesem Verhalten liegt ein Gemisch von schwer flüchtigen Kohlenwasserstoffen mit nicht unbedeutenden Mengen stickstoffhaltiger Substanz vor. Die reguläre Form des Platinsalzes lässt an Ammoniumplatinchlorid denken, doch reichte die vorhandene geringe Menge zu einer genauen Bestimmung nicht aus. Der Aether (zur Controle) mit Salzsäure angesäuert, gab keinen Niederschlag mit Platinchlorid.

Verschiedene Autoren geben übereinstimmend an, dass das specifische Gewicht des geglühten Zirkons höher ist als das des ungeglühten.[1]) Da hier der Uebergang des Zirkons in eine zweite Modification vermuthet wurde, untersuchten wir die schön durchsichtigen Krystalle von Arendal nach dem Glühen optisch, doch ergaben sich dabei keine Anhaltspunkte für die Annahme einer neuen Modification. Die Zunahme des specifischen Gewichtes ist vielmehr durch das Weggehen der bei geringem specifischen Gewicht verhältnismässig grosses Volumen einnehmenden Kohlenwasserstoffe zu erklären, d. h. die Volumenabnahme war bedeutend im Verhältnis zur Gewichtsabnahme, und so musste das specifische Gewicht G : V steigen. Eine ähnliche Annahme hat Rutley[2]) gemacht, der die Zunahme des specifischen Gewichtes aus dem Entfernen von Einschlüssen, in denen er Wasser vermuthet, herleitete.

[1]) Church, Geog. Mag., 1875, 2, 322. — Damour, Fletcher, Svarzberg u. a. cf. Dana, Mineralogy, 1893, pag. 484.

[2]) Frank Rutley, Ueber einen Zirkon von Expailly, Haute-Loire. Min. Mag. and Journ. of the Min. Soc., 1894, X, 278—279.

Digitized by Google

IX. Rauchtopas.

Zur Untersuchung diente ein in auffallendem Lichte schwarz erscheinender, in durchfallendem Lichte tiefbrauner, vollkommen durchsichtiger Krystall von St. Gotthard.

Um die von Weinschenk[1]) beobachtete Titansäure, durch deren Gegenwart genannter Forscher die Färbung des Rauchtopases bedingt glaubte, zu erhalten, wurden 6 Gramm mittels Flussäure und Schwefelsäure vollkommen aufgeschlossen, wobei eine Bräunung des Pulvers beim Uebergiessen mit Schwefelsäure beobachtet wurde. Der beim Aufschluss erhaltene Rückstand — selbst die reinste Flussäure, die von den drei renommirtesten Firmen als „reinst" bezogen wurde, hinterlässt beim Verdampfen grösserer Mengen etwas Eisen — wurde mit wenig Schwefelsäure und Wasser aufgenommen und sechs Stunden lang zur Abscheidung von Titansäure gekocht. Es entstand eine geringe Trübung von Spuren Kieselsäure, die in Lösung gegangen war. Das klare Filtrat, auf circa 30 Cubikcentimeter eingedampft, gab mit Wasserstoffsuperoxyd selbst nach langem Stehen keine Spur der für Titansäure so charakteristischen Orangefärbung (des Superoxyds), während sich auf Zusatz von 0·0001 Gramm Titan die Färbung sofort, und zwar sehr intensiv zeigte. Das Filter mit dem Rückstand wurde verbrannt und das mit saurem schwefelsaurem Kali aufgeschlossene Pulver (0·0142 Gramm), welches trüb in Lösung ging (Kieselsäure), mit Schwefelsäure angesäuert und mit Wasserstoffsuperoxyd versetzt. Auch hier trat keine Spur der Titansäurereaction ein. Dieselbe Prüfung wurde noch zweimal (einmal mit 4 Gramm Rauchquarz vom Gotthard, ein anderesmal mit 0·75 Gramm von Schemnitz) wiederholt und führte stets zu dem gleichen negativen Resultat, so dass wir die Erklärung Weinschenk's, eine Titanverbindung sei das Färbende im Rauchquarz, nicht anerkennen können.

Da eine organische Färbung durch Forster[2]) sehr wahrscheinlich gemacht war und wir dieselbe nach dem Auftreten von Geruch beim Erwärmen und deutlicher Pyrophosphorescenz (mit weissem Lichte) ebenfalls vermuthen mussten, wurden 5 Gramm feingepulverter Substanz nach mehrstündigem Stehen im Vacuum über frischem Kali mit geprüft reinem Kupferoxyd erhitzt und die ent-

[1]) loc. cit.

[2]) loc. cit.

Digitized by Google

standene Kohlensäure in Kalkwasser geleitet: es entstand ein deutlicher Niederschlag von kohlensaurem Kalk. Zur Bestimmung der Quantität wurde eine Elementaranalyse ausgeführt. Bei der Verbrennung trat zuerst Bräunung (Kohle), dann völliges Weisswerden ein. Die Bräunung erfolgte ebenso durch Uebergiessen des Pulvers mit concentrirter Schwefelsäure.

Angewandte Substanz = 6 Gramm.

Gefunden: CO_2 = 0·0085 Gramm = 0·14 Proc. CO_2 = 0·04 Proc. *C*.
H_2O = 0·004 Gramm = 0·066 Proc. H_2O = 0·0073 Proc. *H*.

Eine Glühverlustbestimmung ergab bei Rauchtopas von demselben Vorkommen auf 3·4 Gramm Substanz Abnahme von 0·1045 Gramm = 0·15 Procent. Bei Gegenwart von Ti_2O_3 (nach Weinschenk) wäre eine Gewichtszunahme nach dem Erhitzen zu erwarten gewesen. Das gleiche Verhalten wie Rauchquarz (St. Gotthard) zeigte das gleiche Mineral von Schemnitz (Ungarn) und Wölsendorff (Bayern). In den sehr dunklen Krystallen von Schemnitz waren metallische Blättchen eingeschlossen, die durch analytische Prüfung und Strichprobe als Eisenglanz erkannt wurden.

Eine mit 20 Gramm ausgeführte Dumas'sche Stickstoffbestimmung ergab 0·15 Cubikcentimeter, eine Menge, die innerhalb der Fehlergrenzen liegt, daher nicht zu berücksichtigen ist. Es ist also nach diesen Versuchen eine organische Färbung des Rauchquarzes entgegen der Annahme Weinschenk's und in Bestätigung der Untersuchungen Forster's anzunehmen.

X. Amethyst.

Amethystkrystalle aus Brasilien wie von Schemnitz werden durch Glühen pyrophosphorescirend (mit gelblichem Licht), riechen dabei nach verbrannter organischer Substanz und verlieren — zuerst grauwerdend — allmählich ihre violette Farbe vollständig. Wird die Erhitzung unterbrochen, so lange die Krystalle graue Farbe zeigen, so werden dieselben nach der Abkühlung wieder violett; auch nach dem Erhitzen bereits vollkommen farblos gewesene Krystalle erhielten, wenn das Glühen nicht längere Zeit fortgesetzt wurde, nach dem Abkühlen ihre violette Farbe zurück. In beiden Fällen ist allerdings die Intensität der Farbe eine geringere geworden. Nach längerem Erhitzen verschwindet die violette Farbe vollkommen, ohne wieder-

Digitized by Google

zukehren; es tritt dann nach dem Erkalten eine schwache Gelbfärbung ein, die jedoch nicht an allen Krystallen gleich gut beobachtet werden konnte. Bei hellvioletten Krystallen ist die gelbe Farbe nach dem Erkalten häufig nicht wahrnehmbar.

Das Krystallpulver bräunt sich (wie beim Rauchquarz) beim Uebergiessen mit concentrirter Schwefelsäure. Zur Bestimmung der organischen Substanz wurde der Glühverlust festgestellt und eine Elementaranalyse ausgeführt.

Brasilianischer Amethyst. Angewandte Substanz = 6·7 Gramm.
Glühverlust = 0·0059 Gramm = 0·09 Procent.

Nach dem Glühen im Wasserstoffstrom trat weiterer Glühverlust von 0·0002 Gramm ein, so gering, dass er als Wägefehler betrachtet werden kann.

Elementaranalyse: Angewandte Substanz = 13·9 Gramm (brasilianischer Amethyst).

Gefunden: $CO_2 = 0{\cdot}0048$ Gramm $CO_2 = 0{\cdot}034$ Proc. $CO_2 = 0{\cdot}009$ Proc. C.
$H_2O = 0{\cdot}0062$ Gramm $= 0{\cdot}044$ Proc. $H_2O = 0{\cdot}005$ Proc. H.

Nach diesem Befund ist also die Färbung des Amethyst dem organischen Stoff zuzuschreiben, wenngleich neben diesem ganz geringe Mengen eines Metalles (Mangan) vorhanden sein mögen. Jedenfalls ist die schön violette Farbe nicht allein auf Mangan zurückzuführen, eine Annahme, die vielfach in die Lehrbücher übergegangen ist, da sich sonst auch nach dem Glühen deutliche Färbung zeigen müsste.

XI. Grüner Mikroklin (Amazonenstein).

Zur Untersuchung kamen schöne dunkelgrüne, möglichst frische Krystalle von Florissant, Colorado, Miask im Ural und heller grüne von Mt. Desert, Maine. Die beim Erhitzen eintretende Entfärbung der Krystalle, verbunden mit Auftreten von organischem Geruch, kann man schon im Reagenzrohr wahrnehmen; auch wird dabei deutliche Kohleabscheidung sichtbar und die Krystalle behalten meist einen graulichen (durch wenig Kohle bewirkten) Farbton, der beim Glühen im Sauerstoffstrom vollkommen verschwindet. Beim Pulvern der Spaltstücke fiel uns ein deutlicher, ja zum Theil starker Geruch nach Phosphorwasserstoff auf, welcher demjenigen täuschend ähnelte, den man beim Uebergiessen von Calciumcarbid mit Wasser erhält. Wenn

Digitized by Google

auch bei den Krystallen aller drei Ursprungsorte dieser deutliche Phosphorwasserstoffgeruch festgestellt wurde, liess sich doch keine Beziehung zwischen der Intensität des Geruches und der Farbe erkennen. Die Gegenwart von Phosphorwasserstoff oder vielleicht einem organischen Derivat desselben im Feldspath — einem phosphorfreien Mineral — erscheint ebenso unwahrscheinlich wie der Geruch deutlich ist, und der geradezu frappirenden Thatsache wegen wurde versucht, den Phosphorwasserstoff auch chemisch nachzuweisen.

Es wurden drei Versuche angestellt:

1. Pulver und frische Bruchstücke der Krystalle von Miask und Mt. Desert wurden mit untersucht reinem Zink in einem Kölbchen mit Schwefelsäure übergossen, gekocht und das entstehende Gas in salpetersaure Silberlösung geleitet: es entstand besonders an der Berührungsstelle von Einleitungsrohr und Silberlösung ein schwarzbrauner Ring. Bei der angewandten Temperatur waren weder Pulver noch Krystalle entfärbt, aber die feingepulverten Spaltstücke rochen nach der Operation kaum noch, jedenfalls viel schwächer als vorher, nach Phosphorwasserstoff.

2. Eine weitere Partie des Amazonensteines von Florissant, Colorado, wurde im Mörser unter salpetersaurer Silberlösung gepulvert, die Lösung abfiltrirt und das Filtrat bis zum Verschwinden der Chlorsilberreaction ausgewaschen. Der Rückstand wurde mit geprüft reiner Salpetersäure übergossen und ergab auf Zusatz von Salzsäure schwache, aber deutliche Trübung (Chlorsilber).

3. Als dritter Versuch wurde ein Krystallbruchstück im Wasserstoffstrom geglüht und der vorher als rein erkannte Wasserstoff in Lösung von salpetersaurem Silber geleitet. Während sich in der Lösung beim Einleiten des Wasserstoffes allein nichts geändert hatte, trat jetzt deutliche Opalescenz der Lösung ein. Dieselbe wurde nach zweistündigem Stehen im geschlossenen Schrank abfiltrirt, mit Controle ausgewaschen, der Rückstand in Salpetersäure gelöst und Salzsäure zugesetzt. Es trat deutliche Fällung von Chlorsilber (in Ammoniak sofort gelöst) ein. Bei dieser Operation wurde die grösste Menge von Chlorsilber — freilich immerhin noch sehr wenig — erhalten.

Es soll nun trotz dieser Resultate ein Zweifel über die Identität des riechenden Stoffes mit Phosphorwasserstoff offen gelassen werden, umsomehr, als auch reines Acetylen den bezeichneten Ge-

Digitized by Google

ruch besitzt. Die interessante Thatsache des Geruches indessen bleibt bestehen, zumal derselbe an den verschiedenen Vorkommen in gleicher Weise festgestellt wurde.

Um die organische Substanz als Kohlensäure nachzuweisen, wurden 4 Gramm feingepulverter Substanz mit Kupferoxyd im Sauerstoffstrom erhitzt und so nach dem Ueberleiten des entstandenen Gases in Kalkwasser ein reichlicher Niederschlag von kohlensaurem Kalk erhalten. Eine alsdann ausgeführte Elementaranalyse gab folgendes Resultat:

Angewandte Substanz = 7·28 Gramm.

Gefunden: CO_2 = 0·0125 Gramm = 0·1750 Proc. CO_2 = 0·05 Proc. C,
H_2O = 0·0093 Gramm = 0·1302 Proc. H_2O = 0·0145 Proc. H.

Der Amazonenstein aller drei untersuchten Vorkommen zeigte Pyrophosphorescenz mit weissem Lichte. Die Erscheinung war nur schwach, und sie kann leicht übersehen werden, da das Mineral beim Erhitzen durch die abgeschiedene Kohle schnell in Rothglut geräth und so die Lichterscheinung der Phosphorescenz verdeckt werden kann.

XII. Rubellit.

Ausgesucht reine rosa Krystalle von Pala, San Diego Co., Californien, wurden beim Glühen im Reagenzrohr entfärbt und erschienen dann trüb weiss. 5·4 Gramm gepulverten Turmalins (Rubellit), im Sauerstoffstrom erhitzt, führte bei der Ueberleitung des entweichenden Gases in Kalkwasser deutliche Fällung von kohlensaurem Kalk herbei. Der Rubellit phosphorescirt beim Erhitzen nur schwach mit weissem Licht und wird leicht glühend, so dass die Erscheinung nur kurz zu beobachten ist.

XIII. Topas.

Die untersuchten Krystalle stammen von Villa rica, Brasilien, Schneckenstein in Sachsen und S. Louis Potosi in Mexico. Alle drei Vorkommen geben beim Erhitzen organischen Geruch, die Krystalle von Schneckenstein decrepitiren stark und springen nach den Spaltflächen; weniger stark decrepitiren die brasilianischen Topase, während die mexicanischen selten zerspringen. Die brasilianischen Topase werden, nach längerem Glühen abgekühlt, schön rosa bis hellviolett. Alle diese Topase pyrophosphoresciren: brasilianische und

Digitized by Google

sächsische mit weissem bis hellgrünem Licht, die mexicanischen mit blaugrünem Licht; die farblosen Krystalle von San Louis Potosi phosphoresciren bedeutend schwächer und die Erscheinung verschwindet viel schneller als bei den anderen.

6 Gramm des brasilianischen Topases gepulvert und mit Kupferoxyd im Sauerstoffstrom geglüht, gaben durch Einleiten des Gases in Kalkwasser einen deutlichen Niederschlag von kohlensaurem Kalk. Die Elementaranalyse wurde unter Vorlage von Bleichromat ausgeführt.

Angewandte Substanz: 7·5 Gramm.

Gefunden: $CO_2 = 0{\cdot}002$ Gramm $= 0{\cdot}028$ Proc. $CO_2 = 0{\cdot}0076$ Proc. C,
$H_2O = 0{\cdot}0065$ Gramm $= 0{\cdot}088$ Proc. $H_2O = 0{\cdot}0098$ Proc. H.

Der Schneckensteiner Topas wurde auf dieselbe Weise der Elementaranalyse unterworfen und folgendes Resultat erhalten:

Angewandte Substanz = 15 Gramm.

Gefunden: $CO_2 = 0{\cdot}0147$ Gramm $= 0{\cdot}1$ Proc. $CO_2 = 0{\cdot}0272$ Proc. C,
$H_2O = 0{\cdot}0148$ Gramm $= 0{\cdot}1$ Proc. $H_2O = 0{\cdot}011$ Proc. H.

Bei der Verbrennung wurde ein Theil des Kupferoxydes zu Kupfer reducirt. Da hier nach der Menge der organischen Substanz eine Destillation nicht aussichtslos erschien, wurden circa 80 Gramm Krystalle des Schneckensteiner Topases durch mehrstündiges Erhitzen im Verbrennungsofen bis zur dunklen Rothglut im Wasserstoff gefüllten Rohr, dessen eines Ende gut gekühlt war, entfärbt. Wir erhielten nach dem Oeffnen des Rohres zahlreiche, ölige, gelbe Tröpfchen, welche starken empyreumatischen Geruch besassen und auf Zusatz von Platinchlorid kleine, gelbe, prismatische (wahrscheinlich monokline) Krystalle gaben. Dasselbe Resultat lieferten 200 Gramm der brasilianischen Topase, nur dass bei dieser Destillation Chloroform vorgelegt war, das sich theilweise zersetzt hatte; doch erschienen auch hier nach dem Verdampfen des Chloroforms deutliche Tröpfchen eines gelben Oeles, welche aber bei Gegenwart des zersetzten Chloroforms keine einwandfreien Versuche ermöglichten.

Bei einer zweiten Destillation des sächsischen Topases erschienen wiederum die Tröpfchen, welche sich an der Luft mit einer dünnen, festen Haut überzogen. Daneben war im Rohre deutlich ein heller Ring von fester, weisslicher Substanz vorhanden. In Säuren war nur ein geringer Theil der erhaltenen Substanz löslich, während weitaus

Digitized by Google

der grössere Theil sich als in Säuren und Basen unlöslich erwies. Aus diesem Verhalten, wie aus der Reaction mit Platinchlorid wurde geschlossen, dass hier hochsiedender Kohlenwasserstoff mit geringen Mengen einer basischen, stickstoffhaltigen Substanz vorliege. Zur directen Bestimmung des Stickstoffes führten wir eine Dumas'sche Stickstoffbestimmung mit 35·75 Gramm ausgesuchter, kleiner Krystalle aus, wobei 0·6 Cubikcentimeter, also eine sehr geringe Menge gefunden wurde, welche Thatsache zugleich unsere obige Beobachtung bestätigt.

Wenn in vielen der vorangegangenen Analysen Gewichtsverlust und Elementaranalyse nicht die gleichen Zahlen ergaben, so erklärt sich dies daraus, dass nicht festgestellt wurde, wieviel von dem Wasserstoff im Kohlenwasserstoff, wieviel als Wasser vorhanden war, wodurch eine Differenz leicht erklärt wird. Auf die quantitative Bestimmung des Wasserstoffes soll überhaupt wenig Gewicht gelegt werden, da bei Elementaranalysen sehr leicht zuviel Wasserstoff gefunden wird, was sich bei den vorliegenden geringen Mengen sehr empfindlich bemerkbar machen müsste.

Wir classificiren nun die gefärbten Mineralien in folgender Weise:

1. Mineralien, deren dilute Farbe rein organischen Ursprungs ist; z. B. Flusspath, Apatit, Baryt, Cölestin, Anhydrit, Kalkspath, Steinsalz, Rauchtopas, Zirkon, Mikroklin, Rubellit, Topas;

2. Mineralien, deren dilute Färbung zugleich organischen und anorganischen Ursprungs ist; z. B. Apatit von Canada, Amethyst, Topas von Brasilien;

3. Mineralien, deren dilute Farbe von anorganischen Beimengungen herrührt; z. B. Rubin, Sapphir, Spinell, Beryll.

Vertreter der beiden ersten Classen sind in der obigen Arbeit nach ihren Eigenschaften beschrieben, während die letzten in einer besonderen Abhandlung geschildert werden sollen.

Als allgemeiner Schluss aus dem Nachweis der organischen Verbindungen ergibt sich, dass diese viel verbreiteter in Mineralien sind, als man bislang angenommen hat. Die Constitution der färbenden organischen Verbindungen näher festzustellen, dürfte grossen Schwierigkeiten begegnen: Einmal ist ihre Menge, wie die Analysen beweisen, überaus gering, und bei der Temperatur ihrer Isolirung

Digitized by Google

tritt zugleich Zersetzung ein; dann aber sind die hochsiedenden Kohlenwasserstoffe an sich in ihrem procentischen Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalt sehr wenig voneinander verschieden. Noch schwieriger würde natürlich ein Constitutionsnachweis für die minimalen Mengen gefundener stickstoffhaltiger Substanz sein.

Trotzdem ist die Arbeit nicht resultatlos verlaufen, weil durch sie der Zusammenhang zwischen Farbe, Pyrophosphorescenz und organischer Substanz geklärt ist. Ferner ergibt sich aus den Analysen der geologische Schluss, dass organische Substanz weit verbreitet sowohl in Gangmineralien wässeriger und pneumatolytischer Entstehung vorkommt (z. B. Baryt, Flusspath, Apatit, Topas u. s. w.), als auch in Eruptivgesteinen (Zirkon).

Es sei noch die Vermuthung ausgesprochen, für deren Richtigkeit wir den experimentellen Nachweis noch zu führen haben, dass die Flüssigkeitseinschlüsse vieler Mineralien auf flüssige Kohlenwasserstoffe zurückzuführen sind.

Digitized by Google

X. Mineralogische Notizen aus Brasilien.

(III. Theil.)

Von **Eugen Hussak** in São Paulo, Brasilien.

9. Ein Beitrag zur Kenntnis der sogenannten „Favas" der brasilianischen Diamantsande.

Mit dem Namen „Fava" (Bohne, Erbse) bezeichnen die Diamantwäscher bald kugelig, bald flach-scheibenförmig abgerollte, circa 1 Centimeter grosse, gelbe, lederbraune, ziegelrothe, blaugraue bis dunkelgraue Mineralstücke von dichter Structur und hohem specifischem Gewichte, die allerorts in Brasilien mit dem Diamant beim Verwaschen der Sande (cascalhos) zusammen gefunden werden und deshalb auch als ein wichtiges Leitmineral (boa formaçaõ) des Diamant gelten.

Die ersten Untersuchungen dieser Favas verdanken wir Damour[1]), der schon infolge des verschiedenen specifischen Gewichtes derselben und nach qualitativen chemischen Proben eine Reihe von Gruppen unterschied:

1. Siliciumfavas, d. i. gemeiner gelb-brauner Jaspis und Hornstein.

2. Hydrophosphate von Thonerde, vorherrschend mit spec. Gew. von 3·14—3·19, die ausser viel P_2O_5 und Al_2O_3 noch CaO, BaO, Fe_2O_3 = 12—14 Procent enthalten und meist ziegelroth gefärbt sind.

Solche Thonerdephosphate finden sich nicht selten auf Klüften in zersetzten Schiefern des Staates Minas Geraes und fand ich dieselben auch verschieden gefärbt auf Klüften eines Quarzganges, der den Gneis des Flussbettes Rio São Francisco bei Joazeiro, Bahia, durchquert, wieder.

3. In seinen Listen der Begleitminerale des brasilianischen Diamants gibt Damour weiters noch „Chlorophosphate" von Al_2O_3 an, ohne jedoch von allen diesen eine quantitative Analyse ausgeführt zu haben. Ein Theil der Favas gehörte auch dem Xenotim an, während andere wieder, von mehr thoniger Beschaffenheit und

[1]) Bull. soc. géolog. France, II. Sér., T. XIII, 1855—56.

Digitized by Google

spec. Gew. = 2·55 neben Thonerde viel SiO_2 und nur wenig P_2O_5 enthielten.

Alle Favas wiesen aber nebenbei einen kleinen Wassergehalt auf, sind kryptokrystalline Aggregate und sehr ähnlich dem Jaspis.

4. Endlich fand Damour noch Favas, die zum grössten Theil aus TiO_2 bestehen, er bezeichnet dieselben als „Acide titanique hydraté“ [1]), als gelbweisse concretionäre Massen, leicht und stark v. d. Löthrohr im Kolben decrepitirend, P_2O_5- und TiO_2-Reaction gebend.

Diese Art von Favas, die ich weiterhin als Titanfavas bezeichnen will, hat späterhin auch H. Gorceix [2]) wieder untersucht, leider aber auch keine vollständige quantitative Analyse von denselben ausgeführt. Nach dessen Angaben besitzen diese Favas bald eine weisse, bald graue Farbe und sind dann erdig, bald wieder eine gelbe bis braune Farbe und sind sehr compact; Härte = 6, spec. Gew. = 3·95. Das feine Pulver ist von gelber Farbe und gab bei chem. qualitativer Prüfung ausser viel TiO_2 noch eine schwache P_2O_5-Reaction, bis zu 1 Procent Ceritoxyde, Spur von Yttererde, wenig Al_2O_3, F_2O_3, Spur Vanadium und ziemlich starken Wassergehalt. Diese Favas sind es, welche in den mineralogischen Handbüchern von Descloizeaux und Dana als „hydratisirtes Titanoxyd“ bezeichnet werden und welche ich im folgenden zuerst beschreiben will.

A. Titanoxyd-Favas.

Die Titanfavas sind bald von gelber bis brauner, seltener von ziegelrother (durch Eisenoxyd) Farbe, wie in den Diamantsanden der Umgebung von Diamantina, Minas Geraes (Sopa, Rio Cipó, Rio Jequentinhonha etc.) und Abaëté; bald von blaugrauer bis dunkelgrauer Farbe, wie bei Bagagem, Agua suja, Patrocinio de Sapucahy u. a. O.

Ueber die letzteren habe ich in kurzem schon früher (N. Jahrb. f. Min. u. Geol., 1894, II, 300) berichtet [3]), eine eingehendere Untersuchung aber erst jetzt vollendet, dank der freundlichen Mithilfe

---

[1]) Cf. auch Descloizeaux, Min. T. II, pag. 211, und Dana, Min., pag. 259.

[2]) Ann. d. Esc. d. Minas, Ouropreto, Vol. III, 1884, pag. 197.

[3]) Vgl. auch „Sobre a mina de diamantes no Agua suja, MG., im Relatoniogeral da Commissa Exploradora da Planalto Central do Brazil“. Rio de Janeiro u. Paris 1893.

Digitized by Google

meines Collegen Herrn Bergingenieur W. Florence, der von beiden Titanfavas-Arten quantitative chemische Analysen ausführte.

1. Blaugraue Titanfavas.

Diese erreichen oft eine aussergewöhnliche Grösse, werden nicht selten faustgross, so dass es von vorneherein nicht wahrscheinlich ist, dass dieselben umgewandelte Mineralbruchstücke sind, da keines der den Diamant begleitenden Minerale (ausser compacteren Erzmassen und Gesteinsbruchstücken) eine solche Grösse erreicht.

Die Oberfläche dieser Favas ist wie polirt und wie schon Gorceix bei Beschreibung der braunen Favas hervorhebt, häufig voll von regelmässigen Vertiefungen, die darauf hindeuten, dass ein octaedrisches Mineral auf- oder eingewachsen war. Auf den frischen Bruchflächen erkennt man die mikrokrystalline Structur und zeigen sich auch häufig kleine unregelmässige Hohlräume, die auf einen Substanzverlust schliessen lassen.

Die Favas sind mehr oder minder stark gerollt, kleinere Stücke mitunter noch scharfkantig und zuweilen in der Form an ein reguläres Oktaeder erinnernd; die Härte ist nahe der des Quarzes. Das spec. Gew. = 3·794, also sehr nahe dem des Anatases.

Die chemische Analyse, ausgeführt von W. Florence, ergab:

TiO_2	= 98·98	Procent
Al_2O_3	= 0·15	„
Fe_2O_3	= 0·10	„
CaO	= 0·15	„
Glühverlust . .	= 0·77	„
	100·15	Procent

Weder Phosphorsäure noch Vanadium und Ceritoxyde konnten nachgewiesen werden.

Diese Favas bestehen demnach aus fast reiner Titansäure und ist der Wassergehalt ein zu geringer, um dieselben als hydratisirtes Titanoxyd bezeichnen zu können.

Im Dünnschliff erweisen sich selbe als ein durchaus homogenes, mikrokrystallinisches Aggregat winziger, bald gelblich, bald bläulich bis blaugrau gefärbter, stark licht- und doppeltbrechender Körnchen, die sehr an Anatas erinnern; gegen die Hohlräume hin sind diese Körnchen häufig radialstrahlig gruppirt und ragen in dieselben kleine

Digitized by Google

spitze Kryställchen hinein. Die Grösse dieser Körnchen ist leider eine zu geringe, um durch Untersuchung im converg. polar. Licht einen Aufschluss zu gewinnen, ob dieselben in der That optisch einaxig sind.

Im ganzen weist aber die Structur der Favas darauf hin, dass ein Aggregat grösserer Mineralkörner das Muttergestein derselben bildete und diese in erster Linie von den Zusammensetzungsflächen aus in die erwähnten durchsichtigen, oft radialstrahlig gruppirten Anataskörner umgewandelt wurden, während die unregelmässigen centralen Partien noch trübe aber ebenfalls in Körnchen zerfallen sind.

Da an den Fundstellen dieser Favas sich häufig grössere Rollstücke eines Perowskit-Magnetitgesteins finden und die reineren Perowskitfelspartien desselben eine ganz ähnliche Umwandlung in Titanoxyd zeigen, so machte ich bereits in meiner obcitirten Notiz darauf aufmerksam, dass das Urmineral, respective Muttergestein dieser Titanfavas ein Perowskitfels war, der höchstwahrscheinlich kleinere Partien intratellurischen Ursprungs in einem sehr basischen, dem Jacupirangit ähnlichen Eruptivgesteine bildete.

2. Gelbe und braune, selten ziegelrothe Titanfavas.

Diese Favas wurden, wie erwähnt, schon von Damour und H. Gorceix untersucht; meist sind sie nur bohnengross und häufig auch in Form dünner Scheiben, niemals finden sich so grosse Rollstücke dieser, wie von den blaugrauen Titanfavas. Auf der bald rauhen, bald glatten Oberfläche sind wieder Eindrücke eines oktaedrischen Minerals bemerkbar.

Unter dem Mikroskop erweisen auch diese Favas sich als ein mikrokrystallines homogenes Aggregat, das manchmal grosse Aehnlichkeit mit dem Jaspis hat; Eisenoxyd durchzieht dasselbe oder ist regellos in Flecken vertheilt, die Korngrösse ist eine bei weitem geringere als in den blaugrauen Favas.

Selten sind Einschlüsse eines feinschuppigen, muscovitähnlichen Minerals auf Aederchen.

Die von meinem Freunde W. Florence chemisch untersuchten Favas vom Rio Cipó bei Diamantina, Minas Geraes, sind von hellgelber Farbe, vollkommen homogen und porös und zeigen sich in Dünnschliffen vollständig aus winzigen hellgelben, in Form und

Digitized by Google

optischem Verhalten ganz mit dem Rutil übereinstimmenden Nädelchen zusammengesetzt, während andere Favas von Dattas bei Diamantina wieder, ähnlich den blaugrauen, aus einem Aggregat winziger, zwischen gekreuzten Nicols lebhafte Interferenzfarben besitzenden Körnchen (Anatas?) bestehen, auch Einschlüsse radialstrahlig gruppirter, dunkelblauer Turmalinnädelchen enthalten.

Das spec. Gewicht dieser Favas ist zwischen 3·8 bis 3·95, die Härte = 6.

Die chemische Analyse der Favas vom Rio Cipó ergab Herr W. Florence:

TiO_2	=	98·86 Procent
V_2O_5	=	0·86 „
Glühverlust . .	=	0·53 „
		100·25 Procent

In den Favas von Dattas und Rio Jequetinhonha konnte W. Florence auch einen kleinen Gehalt an Ceritoxyden nachweisen; H. Gorceix fand bis zu 1 Procent Ceroxyde. Der Wassergehalt dieser Favas übersteigt niemals 1 Procent, so dass man auch diese nicht als „Titanoxyde hydraté" bezeichnen kann.

Bezüglich des Ursprungs dieser Titanfavas möchte ich erwähnen, dass in Hinsicht auf die geringe Grösse derselben kein Hinderniss besteht, anzunehmen, dass selbe zersetzte, respective umgewandelte gerollte Mineralstücke sind und ist es sehr wahrscheinlich, dass viele dieser braungelben Favas nur gerollte „captivos", das ist Paramorphosen von Rutil nach Anatas sind, die sich sehr häufig in bis 2 Centimeter grossen Krystallen mit denselben in den Diamantsanden Brasiliens finden.

Ferners zeigen die in den Sanden des Rio Cipó sehr häufigen, bis 1 Centimeter grossen, nach (100) tafeligen Brookitkrystalle häufig eine in Farbe und Structur mit den braunen Favas ganz übereinstimmende Umwandlung; diese opaken lederbraunen Brookitkrystalle (reine TiO_2 mit bis 1 Procent H_2O, spec. Gew. 4·2) sind wohl gleichfalls nur Paramorphosen von Rutil und Anatas nach Brookit. Schliesslich ist noch der Ilmenit zu erwähnen, der, ein häufiger Begleiter des brasilianischen Diamants, gleichfalls sehr häufig in ein mikrokrystallines erdiges Aggregat winziger, hellgelber, öfter durch Eisenhydroxyd röthlich oder braun gefärbter Körnchen

Digitized by Google

reiner TiO_2 (Anatas?) umgewandelt erscheint und so auch als Urmineral der braunen Favas gedeutet werden kann.[1])

Die bläulichgrauen Titanfavas sind demnach ein Umwandlungsproduct eines Perowskitfelses (Perowskit-Magnetitgesteins), während die gelb-braunen Titanfavas zum Theil Paramorphosen von Rutil nach Anatas oder auch Brookit, zum Theil Pseudomorphosen von Rutil und Anatas nach Ilmenit sind.

Beide Arten von Favas sind reine Titansäure mit unbedeutendem H_2O-Gehalt und Spuren von *Fe*, *Al*, *V*, *Ce* etc. und secundärer Natur.

Sehr ähnlich den blaugrauen TiO_2-Favas, jedoch mit bemerkenswerth höherem spec. Gew. sind die

B. Zirkonoxyd-Favas.

In Sanden des Rio Verdinho, am Fusse der Serra de Caldas (östl. circa 40 Kilometer vom Badeorte Poços de Caldas, dem bekannten Tinguaitgebiete), Minas Geraes, wurden vor beiläufig zehn Jahren bis zu 3 Centimeter grosse dunkelbraune oktaedrische Krystalle von Zirkon[2]) gefunden, vereint mit charakteristischen Begleitern des Diamants, wie Rutil, Ilmenit, Turmalin, Favas etc., und sollen nach Aussagen dort Ansässiger auch einige kleine Diamantkrystalle aus diesen Sanden ausgewaschen worden sein.

Ueber die Krystallform und Structur dieser Zirkonkrystalle hat seinerzeit Prinz D. Pedro v. Sachsen-Coburg[3]) eine kurze Mittheilung gebracht; die Krystalle zeigen optische Anomalien und fast immer eine den ganzen Krystall durchgreifende, regelmässige Streifung, die vollständig mit der kürzlich[4]) von P. W. Jeremejew an Krystallen

[1]) Solche Pseudomorphosen von Rutil nach Ilmenit, in 1 Millimeter grossen Kryställchen $R.0R$, aus dem Ottrelithschiefer von Ponte Velha am Rio Tieté, Saõ Paulo, beschrieb ich im Bol. VII der Commissaõ geograph. e geolog. d. S. Paulo und bin ich auch der Ansicht, dass das zuerst als Leukoxen bezeichnete und dann als Sphen bestimmte Umwandlungsproduct des Ilmenits in den basischen Eruptivgesteinen zum grössten Theile auch nichts weiters ist als reine TiO_2, ein Aggregat winziger Rutil- oder Anataskörnchen.

[2]) Der von Groth in seiner „Mineralien-Sammlung Strassburgs" pag. 116 angegebene Fundort „Saõ Paulo" ist demnach zu berichtigen; die Krystalle stammen sicher von Caldas, Minas Geraes.

[3]) Tschermak's, Min. u. petr. Mitth., N. F., X, 1889, pag. 451.

[4]) Verhandl. d. K. mineralog. Ges. St. Petersburg. Ser. II, XXXIII, pag. 441 u. Fig. 4.

Digitized by Google

von Kyschtim (Ural) beobachteten und als polysynthetische Zwillingsstreifung $P(111)$ gedeuteten übereinstimmt.

Inzwischen hatte ich Gelegenheit, in Begleitung meines Chefs Herrn O. A. Derby diesen Fundort zu besuchen und gelang es uns auch, das Muttergestein des Zirkons aufzufinden, indem wir auf der Höhe der Serra, deren Gewässer dem Rio Verdinho zufliessen, auf zersetztem Augitsyenitboden viele Hunderte von ausgewitterten Zirkonkrystallen sammeln konnten; eingewachsen im Gestein konnten wir dies Mineral jedoch nicht finden. Es unterliegt aber wohl keinem Zweifel, dass dieser Zirkon, ähnlich dem norwegischen, aus Syeniten, der Nephelinsyenitgruppe angehörig, stammt. Zusammen mit den Zirkonkrystallen finden sich an beiden Stellen, häufiger in den Flussanden, bis faustgrosse, schwere Rollstücke, die ungemein an die blaugrauen Titanfavas erinnern; deren Farbe geht jedoch mehr ins Grüne statt in Blau über und kann man sie schon infolge des viel höheren specifischen Gewichts von den Titanfavas leicht unterscheiden.

Die Farbe dieser Favas wechselt von dunkelgrau, braun, selten rothbraun mit grauen Flecken, ins Grünlichschwarze; die grauen Favas sehen auf frischem Bruch mehr erdig aus und haben ein specifisches Gewicht von 4·97 bis 5·1, die Härte etwas unter 7, während die braun- und grünlichschwarz gefärbten viel dichter, mikrokrystallinisch auf frischem Bruch sind, eine etwas höhere Härte als die des Quarzes und ein specifisches Gewicht von 5·408 besitzen.

Beide Varietäten erwiesen sich aber bei der chemischen Untersuchung als fast reine Zirkonerde (über 97 Procent) mit einem geringen Eisengehalt, der schon beim Glühen ersichtlich wird, indem das gelblichweisse Pulver nach dem Glühen ziegelroth wird. Auch im Wassergehalte zeigen beide Arten von Favas einen Unterschied, indem die weicheren, erdig aussehenden einen Glühverlust von 2·75 Procent ergaben, während die dichten harten nur $^1/_2$ Procent H_2O enthalten. Letztere Favas zeigen auch öfters eine glaskopfähnliche Structur und sind gegen die Oberfläche hin radialfaserig struirt, im Innern jedoch sehr dicht, mikrokrystallin, aus winzigen, auch im dünnsten Schliff noch sehr lebhafte Interferenzfarben zeigenden Körnchen aufgebaut. Auf Klüften dieser Favas findet sich selten als secundäres Infiltrationsproduct Ilmenit. In Dünnschliffen tritt die mikrokrystalline Structur sehr deutlich hervor, die Körnchen sind an und für sich farblos und nur gelb durch Eisenhydroxyd, das mitunter auch in

Digitized by Google

Form dünner Flitterchen regellos vertheilt ist, gefärbt und leider zu klein zur näheren optischen Untersuchung.

Wie bei den Titanfavas zeigt sich auch bei den Zirkonfavas öfters eine poröse Structur und sind dann die Körnchen gegen die Hohlräume hin concentrisch schalig und radialfaserig gruppirt.

Nicht selten findet man in den mikrokrystallinen, glaskopfähnlich struirten Favas noch kleine unregelmässige Reste eines anderen farblosen Minerals von starker Licht- und Doppelbrechung eingewachsen, das in den optischen Eigenschaften ganz mit Zirkon übereinstimmt. Manchmal gewinnt man direct den Eindruck, als ob diese die Reste des Urminerals seien, während der grösste Theil desselben in ein dunkelbraun gefärbtes, theils an Chalcedon erinnerndes kugeliges, radialfaserig und zugleich concentrisch schaliges (das fixe Interferenzkreuz bei × Nicols zeigendes), theils in ein an Jaspis erinnerndes mikrokrystallines Aggregat zerfiel.

Die ganze Structur verweist daraufhin, dass diese Favas ein secundäres Zersetzungsproduct sind, und es erscheint mit Rücksicht auf das Zusammenvorkommen der grossen Zirkonkrystalle am wahrscheinlichsten, dass das Muttermineral Zirkon war, welcher durch Verlust der SiO_2, ähnlich wie dies thatsächlich bei der Malaconitisirung zum Theil der Fall ist, in reine Zirkonerde umgewandelt wurde, wahrscheinlicher wenigstens als die Annahme von den sonst so raren Silicozirkoniaten in den an Ort und Stelle befindlichen Augitsyenitmassiven.

Da der Wassergehalt der Zirkonfavas ein sehr geringer ist, kann man auch diese nicht als hydratisirte Zirkonerde bezeichnen, sondern dürfte das Umwandlungsproduct am ehesten mit dem Baddeleyit übereinstimmen.

Genau dieselben Favas fand ich, wenn auch nicht von solcher Grösse, in den diamantführenden Sanden der Zuflüsse des Rio Sta Barbara bei Patrocinio de Sapucahy im Staate São Paulo; auch hier zeichnen sich die Sande durch einen ungewöhnlichen Reichthum an bis bohnengrossen, gelbbraunen, vollkommen durchsichtigen, stark abgerollten Zirkonkrystallen aus.

Schliesslich ist noch das Vorkommen derselben in den Diamantsanden des Rio Paraguassú, Bahia und in einem Waschrückstand (ohne genauere Fundortbezeichnung) aus der Umgebung von Diamantina, Minas Geraes, zu erwähnen.

Digitized by Google

10. Die mineralischen Begleiter des bahianischen Diamants.[1])

Der Rio Paraguassú, der nach einem ziemlich genau westöstlichen Laufe sich in der Bucht von Bahia in den atlantischen Ocean ergiesst, und dessen Quellen ihren Ursprung in dem diamantreichen Tafellande, der zwischen Sincora und und Lençoes verlaufenden Serra („chapada diamantifera") haben, ist in seinem oberen Laufe seit langer Zeit als diamantführend bekannt, und wird bis heute noch dieser Edelstein, besonders reichlich aber Carbonat, aus dessen Sanden verwaschen.

Relativ reich daran sind die sogenannten „calderoẽs", d. i. die durch kreiselnde Geschiebe in dem aus unverwittertem Granitgneis bestehenden Flussbette ausgehöhlten, kesselförmigen Vertiefungen, die zur regenarmen Zeit ausgebeutet werden, und aus solchen stammen die mir von Herrn John Gordon freundlichst zur Untersuchung überlassenen auf Diamant bereits verwaschenen Sandproben, und zwar nahe der Eisenbahn-Endstation Bandeira de Mello. Wenn ich mir auch wohl bewusst war, dass die Untersuchung dieser Sande keinen Aufschluss geben wird über den Ursprung, respective das Muttergestein des bahianischen Diamants, so glaube ich doch einen Beitrag zur Kenntnis der mineralischen Begleiter desselben liefern zu können, umsomehr als die brasilianischen Diamantsande („cascalho") sehr reich sind an seltenen Mineralien.

Bei der Untersuchung dieser Sande, die wir in erster Linie Damour und H. Gorceix verdanken, wurden die einzelnen Minerale bisher nur aus dem gröberen Sande mittels Pincette und Lupe ausgesucht, dadurch entgingen den genannten Forschern manche Minerale, deren Grösse kaum 1 Millimeter übersteigt, wie Zirkon, Chromit u. a., die bisher als sehr selten angegeben werden oder bisher noch nicht daraus bekannt sind.

Anderstheils wurde auch keine Rücksicht auf die mit vorkommenden Gesteinsstücke genommen.

Seit einer Reihe von Jahren mit dem Studium dieser Sande beschäftigt, ist es mir gelungen, aus denselben über 50 verschiedene Minerale auszulesen, während Damour seinerzeit die Zahl derselben auf 28 angibt. Minerale, die bisher als sehr selten gelten, wie

[1]) Eine ausführliche Beschreibung des Diamantgebietes von Bahia gab kürzlich M. Bauer in seinem monumentalen Werke „Die Edelsteinkunde".

Digitized by Google

Korund, Chrysoberyll, Brookit etc. (cf. Bauer, Edelsteinkunde, pag. 187 u. 203), fanden sich bei weitem häufiger und allerorts (Bahia, Diamantina, Sapucahy).

Ein Beispiel hievon ist gerade der cascalho des Rio Paraguassú. Da in den erwähnten Wasserkesseln (caldeiroẽs) des Flussbettes von Natur aus eine Aufbereitung, Sonderung der Minerale nach ihrem specifischen Gewichte, stattfand und die Sande bereits mittels batêa verwaschen waren, ist es nicht zu verwundern, dass die leichteren Minerale, wie Quarz, Feldspath und Glimmer, sich in diesen Sanden nur selten vorfinden.

Folgende Minerale treten als Begleiter des Diamants auf:

1. Quarz, theils in stark abgerollten durchsichtigen Bergkrystallstücken (pingos d'agua, Wassertropfen von den Diamantwäschern, den sogenannten garimpeiros, genannt); theils in eckigen Bruchstücken von gemeinem Gangquarz (osso de cavallo, Pferdeknochen), seltener in wohlerhaltenen Krystallen, der gewöhnlichen prismatischen Form des Bergkrystalls (dente de cao, Hundszahn).

2. Sehr zahlreich sind theils gerundete, theils eckige Stücke von verschiedenst gefärbten, weissen, gelben, braunen, rothbraunen Jaspis; selten solche von schwarzem Lydit.

3. Selten ziemlich scharfkantige Spaltungsstücke von Orthoklas.

4. Ebenso selten Blätter von Muscovit, Biotit und Chlorit. Die Hauptmasse des Sandes, und dies ist hervorhebenswert, bildet aber

5. der Korund, besonders reichlich im gröberen Theile des Sandes und in dreierlei Varietäten erscheinend:

a) Edler Korund (Rubin) in bis über 1 Centimeter grossen, stark abgerollten, durchsichtigen Stücken von meist hellrother Farbe und in rhomboedrischen Absonderungsstücken von fast würfeliger Form. Er ist stets frei von Einschlüssen, gleichmässig gefärbt und seltener polysynthetisch verzwillingt. Es fanden sich auch zwei Stücke von prächtiger, dunkelrother Farbe und genügender Grösse, um geschliffen werden zu können.

b) Gemeiner Korund in bis über 2 Centimeter grossen, sehr stark abgerollten Stücken von weisser, dunkelgrauer bis schwarzer Farbe. Sehr häufig finden sich von diesem vollkommene Absonderungsstücke nach dem Rhomboeder $(10\bar{1}1)$ und zeigt sich dann immer eine polysynthetische Zwillingsstreifung nach derselben Fläche.

Digitized by Google

Selten sind noch wohlerhaltene Krystalle der einfachen Form $R(10\bar{1}1).0R(0001)$, seltener $\infty R2(11\bar{2}0).R(10\bar{1}1).0R(0001)$.

Die dunkle Färbung derselben rührt, wie man sich an dünnen Splittern überzeugen kann, von Einschlüssen winziger, unregelmässiger opaker Körnchen her; ausser diesen finden sich noch zahllose Flüssigkeitseinschlüsse und tritt die polysynthetische Zwillingsstreifung zwischen × Nicols bei Anwendung des Gypsblättchens Roth I. O. sehr deutlich hervor.

c) Demantspath, brauner, bronzitartig schillernder Korund, in bis 1 Centimeter grossen, abgerollten Körnern und nicht selten auch in wohlerhaltenen Krystallen $R.0R$, die auf der Basisfläche einen prächtigen, dem Katzenauge ähnlichen Schiller, eine ausgeprägte polysynthetische Zwillingsstreifung nach R und nebenbei noch zonalen Bau aufweisen.

Unter dem Mikroskop zeigen dünne Blättchen $\parallel R$ regelmässig geordnete Einschlüsse langer opaker Nädelchen und auf Sprüngen bereits Beginn der Zersetzung in ein mikrokrystallines Aggregat farbloser, glimmerähnlicher Blättchen (Diaspor?), besonders die eingelagerten sehr schmalen Zwillingslamellen sind in dieser Art bereits vollkommen umgewandelt.

6. Fibrolith, nicht selten in bis über 2 Centimeter grossen, scheibenförmig abgerollten Stücken von hellgrauer bis brauner Farbe, hin und wieder mit eingewachsenen Biotitblättchen und stets mit deutlicher, schiefriger Structur. Im Dünnschliff zeigt sich das bekannte verworren-langfaserige Aggregat farbloser Sillimannitnädelchen in Quarz eingewachsen; die dunklere Färbung rührt von Eisenhydroxyd her.

Die Sillimannitnädelchen liegen alle mit den Prismenflächen parallel zur Schieferungsfläche; hin und wieder erscheint ein grösseres Quarzkorn, vollkommen frei von Einschlüssen, in diesem Aggregat.

7. Ziemlich zahlreich finden sich auch bis 1 Centimeter grosse schwarze, eckige, selten stark abgerollte, an den Kanten und in dünnen Splittern mit dunkelgrüner Farbe durchscheinende Körner, die als Eisenspinell, Hercynit, bestimmt werden konnten. Im Dünnschliff werden diese mit blassgrüner Farbe durchsichtig, sind vollkommen isotrop und frei von Einschlüssen; auch ist die oktaëdrische Spaltbarkeit gut ausgeprägt. Eine qualitative chemische Probe ergab ausser viel Al_2O_3 noch eine starke *Fe*- und deutliche *Mg*-Reaction. In

Digitized by Google

dem feinen Sande finden sich zierliche, circa 1 Millimeter grosse, vollkommen durchsichtige Kryställchen von Oktaëderform und der Combination $O(111).\infty O(110)$. Ausserdem finden sich nicht selten grössere flachscheibenförmige, dunkelgrüne Rollstücke, die makroskopisch und im Dünnschliff eine überaus grosse Aehnlichkeit mit Nephrit haben. Das specifische Gewicht derselben ist aber ein höheres als das aller Nephrite und sehr nahe dem des Ceylonits; dies Mineral ist ungemein zähe und zeigt im Dünnschliff ein langfaseriges und verworren büscheliges Aggregat feinster, anscheinend grünlicher Nädelchen, die gerade auslöschen und einen dichten Filz bilden, und sehr selten noch Einschlüsse von Muscovitblättern. Erst durch Untersuchung feinster Splitter ergab sich, dass die Matrix grünlich gefärbt und isotrop ist, während die eingeschlossenen, verfilzten Nadeln farblos sind. Vor dem Löthrohr verhalten sich diese Mineralstücke wie der Hercynit selbst, indem die mit PbO und dem Mineralpulver gesättigte Kali-Natriumboratperle (W. Florence's Methode[1]) beim langsamen Abkühlen wieder winzige grünliche isotrope Spinellkryställchen ausscheidet; die qualitative chemische Untersuchung dieser nephritähnlichen Gerölle gab ausser einer geringen Menge von SiO_2 nur die Reactionen wie der Hercynit. Das specifische Gewicht derselben wurde auf der hydrostatischen Wage an 1·5234 Gramm Substanz zu 4·01 bestimmt. Da auch einige Stücke gefunden wurden, die innigst mit grauem Fibrolith verwachsen sind, so erscheint es mir nicht zweifelhaft, dass es derbe Hercynitstücke sind, die feinste Sillimannitnadeln eingeschlossen enthalten und gleichen Ursprungs in Betreff des Muttergesteins sind, wie der Fibrolith.

8. An Häufigkeit gleich dem Korund kommt in den Sanden der Monazit vor, der hier von aussergewöhnlicher Farbe, dunkelbraun, in undurchsichtigen, nicht selten bis 1 Centimeter grossen, nach der Verticalaxe gestreckten und nach $\infty P\infty(100)$ tafeligen Krystallen mit mehr oder minder stark abgerollten Kanten erscheint; die gewöhnliche Form derselben ist, an kleinen aus dem feinen Sande ausgesuchten glänzenden Krystallen mittels des Reflexionsgoniometers bestimmt, $\infty P\infty(100).\infty P(110).-P\infty(101).-P(111) + P(\bar{1}11).+P\infty(\bar{1}01).P\infty(011)$. — Die Krystalle gleichen am

[1]) Siehe dessen demnächst im N. Jahrb. f. M. u. Geol. erscheinende Arbeit.

Digitized by Google

meisten denen von Watertown, U-S., wie sie E. Dana in seinen Manual of Min. pag. 750 (Fig. 7) abbildet.

Die Spaltbarkeit nach (100) ist sehr vollkommen ausgeprägt und ausserdem eine vorzügliche Absonderung nach (001) vorhanden, so dass es leicht gelingt, Präparate fast normal zur 1. Bisectrix herzustellen. In diesen Präparaten (|| 001 und 100) ersieht man, dass die dunkle Färbung der Krystalle nur eine oberflächliche Pigmentirung durch Eisenhydroxyd ist, die kaum einen halben Millimeter ins Innere eindringt; das Centrum der Krystalle ist frisch und im Schliffe von hellgelber Farbe. Im Dünnschliff, fast normal zur 1. Bisectrix, erblickt man das charakteristische Interferenzbild des Monazits mit sehr kleinem Axenwinkel und positiver Doppelbrechung.

Auch zwillingsartige Durchkreuzungen zweier Krystalle kommen selten vor, wobei die beiden (100) Flächen einen spitzen Winkel einschliessen, der leider der zu schlechten Ausbildung der Flächen wegen nicht gemessen werden konnte.

Bemerkenswert sind ausserdem regelmässige Verwachsungen des Monazits mit dunkelbraunen Xenotimkrystallen, wobei letzterer gewöhnlich scepterartig auf den Endflächen des Monazits aufgewachsen ist, so dass (001) des Xenotims mit (100) des Monazits zusammenfällt. Solche scheinbar regelmässige Verwachsungen wurden neben ganz unregelmässigen mehrfach beobachtet. In Dünnschliffen tritt aus den erwähnten Spaltungsrichtungen auch die nach (010) noch hervor und zieht sich von den Spaltrissen aus Eisenhydroxyd ins Innere der Krystalle; mit diesem vereint zeigen sich auch selten Einschlüsse winziger, muscovitähnlicher Blättchen und ziemlich häufig regellos vertheilte Flüssigkeitseinschlüsse. Manchmal zeigt das Centrum der Krystalle einen Zerfall in ein Aggregat kleiner Körnchen durch regellose Risse, von einer eigentlichen Zersetzung derselben ist jedoch nichts zu beobachten und würde dieses Monazitvorkommen meines Erachtens ein gutes Material zu eingehenderen chemischen Studien abgeben.

9. Xenotim, besonders in den feineren Sanden häufig, jedoch seltener als Monazit und von ganz gleicher Farbe wie dieser und stets in wenig abgerollten, oktaëdrischen Krystallen von circa 2 bis 5 Millimeter Grösse. Er kommt meist in einfachen Krystallen der Form $P(111)$ vor, nicht selten ist mit dieser $3P3$ (311) combinirt und diese

Digitized by Google

Form sogar vorherrschend; sehr selten ist die Comb. (110).(111), wobei die Prismenflächen sehr zurücktreten. Gemessen wurde:

$$111 : \bar{1}11 = 55^0\,35'$$
$$111 : \bar{1}\bar{1}1 = 82^0\,20'$$
$$311 : 131 = 46^0\,30^1/_2'$$

Sehr häufig finden sich auch Parallelverwachsungen mehrerer Krystalle und ganz unregelmässige Durchkreuzungen mehrerer Individuen. Eine Zwillingsverwachsung, wie solche Descloizeaux in seiner Min., T. II, 451 nach $P\infty$ (101) von Krystallen von Dattas bei Diamantina erwähnt, konnte ich leider bisher nicht finden.

Sehr vollkommen ausgeprägt ist die Spaltbarkeit nach ∞P(110). In Dünnschliffen zeigt sich dieselbe secundäre nur auf die Oberfläche beschränkte Färbung durch Eisenhydroxyd, wie beim Monazit. Schliffe || 001 von hellgelber Farbe weisen im conv. polar. Licht das ungestörte Interferenzkreuz mit positiver Doppelbrechung auf. In dem feinsten Sande finden sich auch vollkommen frische, hellgelb durchscheinende, oktaëdrische Kryställchen.

10. Granat (Almandin) bildet mit Korund den häufigsten Bestandtheil dieser Diamantsande; theils erscheint er in stark abgerollten Körnern von bis 1 Centimeter Durchmesser und hellrother Farbe und ist dann oft reich an Einschlüssen kleiner Quarzkörnchen, theils in scharf ausgebildeten Krystallen der Comb. $2O2$ (211).∞O(110), letztere Form selten allein ausgebildet und erstere vorherrschend und stark || den Dodekaederkanten gestreift, von bald hell-, bald dunkelblutrother Farbe und einschlussfrei. An keinem dieser Granate konnten optische Anomalien nachgewiesen werden.

11. Zirkon, in 1—4 Millimeter grossen, langprismatischen Kryställchen und nur im feinen Sande vorkommend und deshalb auch nie abgerollt, ist ziemlich reichlich vertreten; beobachtete Combinationen sind: (110).(111); (110).(100).(111); (100).(111).(311). Die Krystalle sind fast durchwegs undurchsichtig, bald emailfärbig, hellgrau bis schwarz und so mehr oder minder malakonisirt. Die dunkelgefärbten Krystalle zeigen eine eigenthümliche Farbenvertheilung, indem an vielen der allseitig ausgebildeten Krystalle der Combination: (100).(111).(311) die Flächen von 311 weiss emailartig, die übrigen grünlichschwarz sind.

Digitized by Google

In einem Dünnschliffe || einer Prismenfläche zeigt sich ein ausgezeichneter zonaler Bau, der Krystall ist zum Theil noch frisch mit dunkelbrauner Farbe durchsichtig, zum Theil ziemlich regelmässig in eine opake emailähnliche Substanz umgewandelt und die erwähnte schon äusserlich durch verschiedene Färbung bemerkbare Umwandlung lässt sich im Schliffe bis ins Innere des Krystalls verfolgen, indem ganz regelmässig von einem frischen, zonalgebauten Kernkrystall derselben Form von den Flächen 311 aus nach aussen hin die weiteren Schichten und auch einzelne schmale Schalen || den Prismenflächen malakonisirt sind.

Das specifische Gewicht dieser zersetzten Zirkone wurde mittels der hydrostatischen Wage zu 4·19 an 1·08 Gramm Substanz bestimmt. Schliesslich finden sich auch vollständig umgewandelte Krystalle und selten noch grössere stark abgerollte Körner solcher von grünschwarzer Farbe, die dann vollständig den oben beschriebenen Zirkonfavas gleichen.

Die nun folgenden Mineralien finden sich sehr selten in den diamantführenden Sanden:

12. Der Epidot, der theils in kleinen Gruppen winziger Kryställchen theils in grösseren, wenig abgerollten Stücken von dichtem Epidotfels mit zeisiggrüner Farbe erscheint.

13. Aktinolith in scharfkantigen Krystallbruchstücken und prismatischen Spaltstücken von grasgrüner Farbe.

14. Der Chrysoberyll, in stark abgerollten Körnern, durchsichtig, von grünlichgelber Farbe, selten in abgerollten Krystallen und herzförmigen Zwillingen.

15. Diaspor, den schon Damour in Bahianer Diamantsanden auffand, ist hier nur äusserst selten in farblosen, abgerundeten Spaltblättchen nachweisbar, während ich denselben bei S. Isabell de Paraguassú, denselben Fluss weiter stromaufwärts als sehr häufigen Begleiter des Diamants bestimmen konnte.

16. Disthen, gleichfalls sehr selten, in abgerundeten, circa 4—5 Millimeter grossen, öfters blau gefärbten Spaltblättchen.

17. Rutil, sehr selten, theils in gerollten grösseren Körnern von schwarzer Farbe, theils in 1—2 Millimeter grossen wohlausgebildeten Kryställchen der einfachen Comb.: (110).(100).(111).(101).

18. Ilmenit, in tafeligen Krystallbruchstücken, theilweise mit einer gelben erdigen Zersetzungskruste.

Digitized by Google

LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

19. Eisenglanz, ebenso selten, in frischen Krystallbruchstücken.

20. Magnetit, in 1—2 Millimeter grossen Oktaëdern, sehr selten.

21. Schwarzer Turmalin, in stark gerollten Körnern und

22. gediegen Gold, äusserst spärlich, in dünnen, stark abgerollten und gequetschten Blättchen, ein Mineral, welches fast in keinem brasilianischen Diamantsande fehlt.

Von den Gesteinsstücken, die den Diamant hier begleiten, sind folgende zu nennen:

1. Feinkörniger, granatführender Biotitgranit,
2. Amphibolgneis,
3. Schiefrige, schwarze Amphibolite,
4. Chloritgneis, sehr häufig,
5. Chloritschiefer, sehr häufig,
6. Muscovitschiefer, mit Sillimannit; alle diese stark gerollt;
7. sehr selten ziemlich scharfkantige Bruchstücke eines grobkörnigen Sandsteines.

Vergleicht man die aufgezählten mineralischen Begleiter des Diamants mit den vorkommenden Gesteinsarten, so zeigt sich eine vollständige Uebereinstimmung, indem es nur Minerale sind, die theils für den Granit und Gneis, theils für die altkrystallinischen Schiefergesteine charakteristisch sind. Als Gneis-Granitminerale sind ausser Granat als typisch noch der so häufige relativ wenig abgerollte Monazit, Xenotim und Zirkon zu erwähnen; die wahrscheinlich pegmatitischen Granite müssen demgemäss nicht allzuferne der Diamantfundstelle im Thale des Rio Paraguassú anstehen.

Aus den Amphiboliten stammt der Aktinolith, der Epidot, Ilmenit und der seltene Rutil; letzterer bildet auch einen accessorischen Gemengtheil der Glimmerschiefer. Das so überaus reichliche Vorkommen von Korund in sehr stark abgerollten Stücken deutet auf einen weiten Transport des Muttergesteins durch den Fluss; den mitvorkommenden Gesteinsstücken nach ist man versucht, als Muttergestein desselben den Chloritgneis oder die Chloritschiefer zu bezeichnen und würde ferners das reichliche Vorkommen von Fibrolith und Ceylonit auf einen intensiven Metamorphismus der Schiefergesteine hindeuten.

Digitized by Google

Wie erwähnt, sind Stücke von conglomeratischen grobkörnigen Sandsteinen hier sehr selten, während solche in den feinsandigen cascalho der diamantführenden Tafelberge (chapadas) zwischen Sincorá und Lençoes ungemein häufig sind, so bei Lençoes, Mte. Veneno, und die Waschrückstände ausschliesslich aus einem feinen Sande stark abgerollter Zirkone, Eisenerze und Rutil etc. bestehen.

In den Waschrückständen dieser hochgelegenen diamantreichen Sandablagerungen, von denen mir dank der freundlichen Zuvorkommenheit der Herren John Gordon und Dr. Theodoro Sampaio eine Reihe von Proben zur mineralogischen Untersuchung vorlag, zeigt sich in der Mineralführung eine grosse Verschiedenheit von den carbonatreichen Sanden des Rio Paraguassú.

A. Schon die Sande der weiter westlich von Bandeiro do Mello, nahe der Stadt San Isabel de Paraguassú gelegenen Mine „Nova Siberia" weisen weniger grosse Rollstücke auf, unter denen sich noch selten Korund und Granat findet, sind aber besonders reich an winzigen stark gerollten Zirkonkörnchen und wenig abgerollten prächtigen Kryställchen von Rutil.

Hier fand sich auch ein herrlicher, prächtiger, farbloser Krystall von Euklas, den ich seinerzeit[1]) beschrieb.

Hervorhebenswert ist in diesen Sanden der Reichthum an Diaspor, den schon Damour in Sanden von der „Chapada" Bahias erwähnte und analysirte; er erscheint stets in wenig gerollten durchsichtigen, meist farblosen Spaltblättchen || (010), von 3—4 Millimeter Grösse, selten grünlich gefärbt und frei von Einschlüssen.

Sehr ähnlich dem in Diamantsanden so häufigen Disthen, ist er doch leicht mittels des Polaroskops von demselben zu unterscheiden, da die Spaltblättchen alle gerade auslöschen und im converg. polar. Licht keinerlei Austritt einer Bisectrix zeigen; auch fehlt die dem Disthen charakteristische Querabsonderung ⊥ (001) und ist das spec. Gew. des Diaspors geringer.

Eine quantitative Analyse des reingetrennten Diaspors von San Isabel de Paraguassú ergab mir:

---

[1]) Tschermak's Min. u. petrogr. Mitth. N.F., Bd. XII, pag. 473. Die daselbst angegebenen Werte für die Auslöschungsschiefen sind durch einen Irrthum, wie ich mich neuerlich überzeugen konnte, verwechselt worden.

Digitized by Google

	S. Isabel d. P.	„Chapada" an. Damour:
Glühverlust . . .	= 15·01 Procent	14·59 Procent
Al_2O_3	= 85·48 „	84·02 „
SiO_2	= — „	0·43 „
Fe_2O_3	= — „	0·68 „
	100·49 Procent	99·72 Procent

Das geglühte feine Pulver ist bei Behandlung mit concentr. H_2SO_4 auf dem Wasserbade vollkommen löslich.

Die reichliche Anwesenheit dieses Minerals, das auch spärlich in Diamantina vorkommt, lässt sich am wahrscheinlichsten durch die Annahme, dass es ein Zersetzungsproduct des Korunds ist, erklären.

Ziemlich selten finden sich noch 1—2 grosse, gut ausgebildete durchsichtige, dünntafelige Kryställchen von Anatas, von der Form wie sie Descloizeaux in seiner Mineralogie, T. II, 56, Fig. 337 angibt, bald gelb, bald grünlich oder blau gefärbt und undurchsichtig in hellbraunen Paramorphosen von Rutil nach Anatas (captivos) in dem feinen Sande, während der Rutil, wie erwähnt, sehr häufig theils in einfachen, stark metallisch glänzenden schwarzen Krystallen der Form (110) (100) (111) (101), theils in knieförmigen oder sechsseitig geschlossenen Zwillingen nach (101) vorkommt.

Sehr häufig, meist in circa ½—1 Centimeter grossen stark gerollten Stücken findet sich Turmalin, seltener in glänzenden schwarzen Krystallbruchstücken und häufig auch mattflächige Rollstücke von Turmalinfels; ferner viele Jaspisstücke, von hellgelber bis brauner Farbe und viel stark gerollter dunkelbrauner glänzender Limonit.

Andere Eisenerze scheinen ganz zu fehlen, wie auch Monazit und Xenotim nicht vorgefunden werden konnten.

Als sehr selten sind noch zu nennen:

Columbit, in gerollten, mattflächigen prismatischen Krystallen von schwarzer Farbe und kleine prismatische Krystalle von dunkelbraunem Staurolith. Auch stark gerollte Blättchen von gediegen Gold sind hier spärlich vorhanden.

Von Gesteinsstücken fanden sich in dem groben Sande nur Sandsteinstücke ausser den erwähnten Turmalinfelsgeröllen; der Quarz ist theils stark gerollt und wasserhell, theils derber Gangquarz oder

Digitized by Google

auch in vollkommen ausgebildeten, prismatischen Kryställchen zu finden, Feldspathstücke fehlen.

B. Sande vom Monte Veneno bei Lençoes.

Von diesem Fundorte liegen nur zwei verschiedene Proben vor, eine unverwaschene (sog. „cascalho virgem") und ein Waschrückstand („fundo da batêa"). Erstere Probe zeigte im gröberen Theile nur eckige Bruchstücke eines grobkörnigen conglomeratischen Sandsteines und hellgelbe bis röthliche dichte Kalkstein-Concretionen (?) in unregelmässigen, wenig abgerollten Stücken (von den Arbeitern „pipoca" genannt). Ausserdem zahlreiche stark gerollte grosse Quarzkörner, Limonit- und Hämatitstücke. Der Waschrückstand aus diesem „cascalho virgem" bestand aber lediglich nur aus feinstem Sande, der zahllose und nur stark gerollte, höchstens $^1/_4$ Millimeter grosse Körner von farblosem, seltener rosenrothem Zirkon und blutrothem Rutil wie opaken Erzkörnchen enthält.

Durch Zertrümmern und Verwaschen der grösseren Sandsteinstücke konnte ein ganz damit übereinstimmender Rückstand gewonnen werden, so dass es mir nicht zweifelhaft erscheint, dass der Diamant in dieser Lavra nur aus dem Sandsteine, also aus secundärer Lagerstätte stammt.

Die zweite Probe ist bei weitem grobkörniger, doch fehlen hier grössere Geschiebe und zeigt dieselbe ausser feinem stark gerollten Sande, der wie oben vornehmlich aus Zirkon und Rutil besteht, eine Reihe von Mineralen, die scharfkantig und allseitig ausgebildet sind, wie:

1. modellscharf ausgebildete einfache Krystalle von Rutil, von schwarzer Farbe;

2. ziemlich häufig prächtige, dünntafelige Anataskrystalle von gelber Farbe, durchsichtig, bis zu $^1/_2$ Centimeter gross, selten spitzpyramidal und in Paramorphosen von Rutil;

3. nicht selten mattflächige, opake Krystalle von Columbit, bald dicksäulenförmig, bald dünntafelig nach (100), der Form (100).(001).(133).(021).(010) und einer Reihe von sehr schmalen Prismenflächen;

4. allseitig wohlausgebildete, prismatische, farblose bis rosenrothe Kryställchen von Zirkon, zum Theil gänzlich malakonisirt und dann undurchsichtig und von weisser oder brauner Farbe, ziemlich häufig;

Digitized by Google

5. sehr häufig sind eckige Bruchstücke von Eisenerzen, besonders Hämatit;

6. ziemlich selten hellbraune eckige Körner und Krystallbruchstücke von Cassiterit;

7. sehr selten stark abgerollte Körner von Chrysoberyll („chrysolitha") von gelbgrüner Farbe; endlich sind noch als sehr selten Diasporblättchen, winzige himmelblaue Lazulithkörnchen und Gold in kleinen zackigen Stückchen zu erwähnen.

Alle diese Minerale verweisen auf einen Ursprung aus granitischen Gesteinen (besonders Pegmatit); Hämatit und Rutil könnten auch aus an Hämatit reichen Schiefern herrühren.

C. Andarahy.

Der feinkörnige Waschrückstand besteht fast nur aus opaken, ziemlich stark abgerollten Körnern, unter denen in erster Linie Eisenerze, Magnetit und Hämatit („ferrugem") zu nennen sind. Ausserdem ist hier der Reichthum des Sandes an Columbit bemerkenswert, der in Krystallbruchstücken bis 1 Centimeter gross vorkommt (von den Wäschern „ferragem" benannt und als gute „formaçað" bezeichnet) und an Rutil, der theils gerollt, theils in prismatischen, scharfkantigen Kryställchen erscheint. Die Hämatitkörner zeigen sehr häufig Einschlüsse winziger Rutilnädelchen und Körnchen, was auf einen Ursprung desselben aus Ilmenit oder titanreichem Magnetit schliessen lässt. Ausser diesen findet sich nur noch Zirkon ziemlich häufig meist in stark gerollten, durchsichtigen Körnchen und selten braune Körner von Cassiterit. Der eigenartige cascalho von Andarahy ähnelt im ganzen dem Detritus eines Titanmagneteisensteins.

D. Lençoes.

Auch hier besteht der Waschrückstand vorherrschend aus stark gerollten, winzigen Körnchen von Zirkon, Rutil und Eisenerzen, was auf einen Ursprung aus Sandsteinen hindeutet, nebenbei finden sich aber auch grössere vollkommen ausgebildete Krystalle, besonders von Rutil, Anatas, Cassiterit und Columbit sehr häufig. Die Bestandtheile dieses Sandes sind:

1. Sehr häufig bis zu 5 Millimeter grosse, hellgelbe, durchsichtige, diamantglänzende, tafelige Krystalle von Anatas, an welchen durch Messungen folgende Formen bestimmt werden konnten. $P(111)$. $^1/_2 P(112)$. $^1/_6 P(116)$. $^1/_7 P(117)$. $P\infty(101)$. $^1/_7 P\infty(107)$

Digitized by Google

$0P(001) . \infty P(110)$; bald sind die Krystalle pyramidal entwickelt durch Vorherrschen von (112) bald dünntafelig durch die vorwaltende Form (107), die basische Endfläche ist sehr selten.

		Descloizeaux ber.:
Gemessen wurde:	111 : 112 = 16° 56′	16° 49′
	111 : 113 = 28° 23′	28° 21′
	113 : 116 = 17° 7′	17° 13′
	116 : 117 = 4° 36′	2° 59′
	107 : 017 = 20° 1′	20° 2′

Mit Ausnahme der sehr kleinen Fläche (117) gaben alle ausgezeichnete einfache Reflexe. Es unterliegt keinem Zweifel, dass von dieser Localität auch die von Descloizeaux gemessenen und in seinem Man. d. Miner., T. II, pag. 201, Tf. 56, Fig. 335—337 abgebildeten Krystalle stammen. Recht häufig sind auch Paramorphosen von dunkelbrauner Farbe und undurchsichtig, von Rutil nach Anatas. Parallelverwachsung und Durchkreuzung mehrerer Individuen ist häufig zu beobachten.

2. Rutil, der häufigste Bestandtheil, in glänzenden, beiderseits ausgebildeten schwarzen nicht über 5 Millimeter grossen Krystallen der einfachen Form (110) (100) (111) (101), theils auch in Zwillingen und vollkommen geschlossenen Sechslingen, selten noch in prismatisch verlängerten, rothbraunen bis 3 Millimeter grossen Achtlingen, wie solche G. vom Rath von Arkansas beschrieb. Im feinen Sande fanden sich nur kleine Krystallsplitter und stark gerollte Körner.

3. Columbit, ziemlich häufig in bis über 1 Centimeter grossen schwarzen mattflächigen Krystallen von meist dünntafeliger, selten prismatischer Form. Die Krystalle sind nicht sehr flächenreich und konnten der schlechten Flächenbeschaffenheit wegen nur annähernd folgende Formen bestimmt werden: (100) . (110) . (530) . (133) . (001) . (021); letztere Form fehlt öfters, die Pyramide ist theils vorherrschend, theils durch die stark entwickelte basische Endfläche verdrängt. Von den Prismenflächen ist 110 sehr schmal entwickelt, während 530 vorherrscht und meist stark glänzend ist und auch als einzige zu Messungen gut brauchbare Fläche erscheint. Es wurde übereinstimmend an mehreren Krystallen der Winkel von (530) über 010 zu 52° 57′ im Mittel gemessen und gaben die Flächen im Reflexionsgoniometer nur einfache, scharfe Reflexe. Dieses Prisma

Digitized by Google

$\infty P^5/_3$ (530) wurde schon von J. D. Dana[1]) beobachtet, späterhin (1854) wieder als zweifelhaft hingestellt, 1863 aber von Maskelyne wieder an Krystallen von Montevideo gefunden. Da die Flächen des oben beschriebenen Krystalls sehr gut entwickelt sind und der gemessene Winkel auch vorzüglich mit dem von Descloizeaux berechneten Werte 52° 54′ übereinstimmt, scheint mir diese Form als gesichert.

Nicht selten sind mehrere Individuen mit der Querfläche (100) zu fächerförmigen Gruppen verwachsen; auch Zwillingsverwachsungen, scheinbar nach einer Brachydomenfläche, kommen vor. Das specifische Gewicht wurde mittels der hydrostatischen Wage an 1·0938 Gramm Substanz zu 5·75 bestimmt; das Mineral bleibt auch in feinstem Pulver undurchsichtig und gibt vor dem Löthrohre nach W. Florence's Methode eine rasche und ausgezeichnete Tantal-Niob-Reaction. Dem specifischen Gewichte nach scheint es mehr ein niobreiches Mineral der Columbitgruppe zu sein.

Columbit wurde schon von Damour in Diamantsanden von Limoëro nahe Lençoes, Bahia, angegeben und kommt auch nicht selten in denen von Diamantina, besonders bei Dattas vor.

4. Cassiterit, den gleichfalls Damour schon als äusserst selten angibt, findet sich in den Sanden von Lençoes ziemlich häufig in scharfeckigen bis $^1/_2$ Centimeter grossen Krystallbruchstücken von bald hell-, bald dunkelzimmtbrauner Farbe. Mitunter sind noch Krystallflächen vorhanden und die bekannte Zwillingsbildung ersichtlich; zeigt vor dem Löthrohr mit Soda auf Kohle unschwer Zinnflitterchen und in den mit Mineralpulver gesättigten Perlen nach W. Florence's Methode die charakteristischen Krystallbildungen. Zinnstein findet sich auch, aber seltener, in den Sanden von Dattas bei Diamantina, Minas Geraes, wie ich bereits an anderer Stelle mittheilte.

5. Brookit, von dem Damour nur ein einziges von der „Chapada" stammendes Bruchstück eines dünntafeligen Krystalls fand und dessen reichliches Vorkommen in den Sanden von Diamantina ich seinerzeit beschrieb, findet sich auch hier nicht allzuselten und in prächtigen flächenreichen, circa 3 Millimeter grossen, durchsichtigen Krystallen

[1]) Cf. E. S. Dana, Miner., pag. 736.

Digitized by Google

von dunkelbrauner Farbe und vom Habitus der uralischen Vorkommnisse.

An einem dieser konnten folgende schon bekannte Formen durch Messungen bestimmt werden: (100).(210).(110).(001).(043).(021).(112).(122).(121).(102); ausser der gestreiften Querfläche gaben alle einfache scharfe Reflexe. Gemessen wurde:

	Gemessen	Descloizeaux ber.
110 : $\bar{1}$10	80° 8′	80° 10′
210 : $\bar{2}$10	45° 48	45° 38
102 : 112	22° 18	22° 23
102 : 122	39° 27	39° 28½
001 : 043	51° 28½	51° 33
001 : 021	62° 3	62° 6
021 : 121	27° 45	27° 42

Arkansitähnliche Krystalle, wie solche Damour erwähnt, konnte ich nicht auffinden.

6. Zirkon, der einen Hauptbestandtheil des feinen Sandes bildet und dann stark gerollt in farblosen bis röthlichen Körnchen, sicher aus den Sandsteinen der Chapada stammt, erscheint auch nicht selten in bis 3 Millimeter grossen, wohlausgebildeten, prismatischen Kryställchen von gleicher Farbe.

7.—10. Ziemlich reichlich sind, wie erwähnt, Eisenerze, wie Magnetit, Limonit, Pyrit, besonders aber Hämatit, der wenig gerollt, auch in kleinen rosettenförmigen Krystallgruppen sich zeigt. Kleine schwarze Würfelchen von Pyrit, mit der charakteristischen Flächenstreifung, erwiesen sich als sehr stark magnetisch und sind wohl Pseudomorphosen von Magnetit nach Pyrit (?).

Von Mineralen, die sehr selten sind, wären schliesslich noch zu nennen:

11. Disthen, in blaugefärbten Spaltblättchen und

12. Gold, in stark gerollten, dünnen Blättchen.

Vergleicht man die zuerst beschriebenen Sande der diamantführenden Flussablagerungen des Rio Paraguassú (Station Bandeira do Mello) mit den auf Thalgehängen und auf Hochplateaus zur Ablagerung gelangten Diamantsanden der Umgebung von Lençoes, so zeigt sich insoferne ein grosser Unterschied, als in den ersteren vorwiegend Minerale des vom Flusse durchschnittenen krystallini-

Digitized by Google

schen Grundgebirges (Granit, Gneis, Glimmerschiefer) vorkommen, während in den hochabgelagerten Sanden stark abgerollte winzige Körner von Zirkon und Rutil vorwiegen, die aus den an Ort und Stelle anstehenden Sandsteinen stammen und Granitminerale, wie Monazit, Xenotim und auch Korund, Fibrolith, Ceylonit ganz fehlen. Wohl aber besitzen die Flussande des Paraguassú eine grosse Uebereinstimmung mit zwei anderen bahianischen Diamantvorkommen, von denen das eine bei Salobro[1]) bereits von H. Gorceix studirt wurde.

Auch in Salobro herrschen Granit-Gneisminerale, wie Monazit, Zirkon, Granat, Korund vor und fehlen ganz die sonst für Diamantina besonders charakteristischen Leitminerale, die Titanoxyde, Favas und der Turmalin.

E. Camassarí.

Sehr ähnlich den Sanden von Paraguassú und Salobro sind in der Mineralführung auch die diamantführenden cascalhos nahe der von der Hauptstadt Bahia gegen Alagoinhas hin gelegenen Eisenbahnstation Camassarí (auch Pitanga wird als Fundort genannt), über deren Vorkommen wir Ch. Fr. Hartt[2]) die ersten Mittheilungen verdanken, und von welchen mir von Hartt gesammelte Proben zur Untersuchung vorlagen.

Die Begleitminerale des Diamants in diesen grobkörnigen Sanden sind:

1. Korund, sehr häufig, gemeiner, weisser, stark gerollt und selten in noch deutlichen prismatischen Krystallen mit basischer Endfläche, sehr selten hellrothe Rubinspaltstücke und gerollte himmelblaue Saphirkörner.

2. Zirkon, sehr häufig, in beiderseits ausgebildeten Krystallen der Form (110).(100).(111).(311), durchsichtig, circa 3—5 Millimeter gross und von prächtig dunkel-columbinrother bis purpurrother Farbe mit einem aussergewöhnlich starken Dichroismus, senkrecht zur Hauptaxe columbinroth, parallel c hellnelkenbraun. Durch Erhitzen vor dem Löthrohr werden die Krystalle vollkommen farblos; das gleichmässig vertheilte Pigment scheint demnach organischer

[1]) Ann. d. Escola de Minas, Ouro preto, 1884, Vol. II, 219, und cf. M. Bauer's Edelsteinkunde, 203.

[2]) Geology a. phys. Geograph. of Brazil, London 1870, pag. 369.

Digitized by Google

Natur zu sein, obwohl für den ceylonischen Hyacinth als färbendes Princip Eisen angegeben wird.

3. Staurolith, in stark gerollten bis 6 Millimeter grossen dunkelbraunen Krystallbruchstücken, sehr häufig, wie

4. Turmalin gleichfalls in stark gerollten schwarzen Körnern;

5. Disthen, sehr häufig, in an den Enden abgerollten bis 1 Centimeter langen Spaltblättchen von meist himmelblauer, selten grüner Farbe;

6. Rutil, ziemlich selten, in eckigen, wenig gerollten, grösseren Krystallbruchstücken;

7. Chrysoberyll, sehr selten in stark gerollten farblosen Körnern mit wogendem Lichtschein (Cymophan).

8. Limonit, in Pseudomorphosen nach Pyrit und in gerollten Körnern von brauner Farbe, selten.

9. Ilmenit (Hydroilmenit), in stark gerollten Körnern bis 5 Millimeter gross, häufig mit einer nussbraunen erdigen Zersetzungskruste. Dieses Umwandlungsproduct findet sich auch in vollkommen reinen stark gerollten erbsengrossen Körnern, die noch die basische Absonderung wie der Ilmenit und eine intensive polysynthetische Zwillingsstreifung nach der Rhomboederfläche R aufweisen. Zerdrückt man ein solches Korn, so zerfällt es leicht in zahllose, stark glänzende Spaltblättchen, theils nach $0R$ und dann zwischen $\times$ Nicols isotrop, theils nach einem dem Würfel nahestehenden R, fast quadratische Blättchen von dunkelgelber Farbe und ziemlich stark doppelbrechend; hin und wieder finden sich in diesen Körnern noch Reste von unzersetztem Ilmenit und auch winzige Rutilkryställchen eingeschlossen. Eine unvollendete chemische Analyse, an ausgesucht reinen Spaltblättchen ausgeführt, ergab einen Glühverlust von 4·94 Procent und 65·50 Procent TiO_2, qualitativ konnte neben der Titansäure nur Eisen nachgewiesen werden. Die Umwandlung des Ilmenits besteht in einer Zerspaltung in TiO_2 in Form von Rutil oder Anatas und Fe_2O_3; das vorliegende zersetzte Ilmenitmineral zeichnet sich durch einen relativ hohen Wassergehalt aus, weshalb ich es als Hydroilmenit bezeichnen möchte.

Zum Schlusse folgt eine übersichtliche Tabelle der den Diamant in Bahia begleitenden Minerale:

Digitized by Google

	Rio Paraguassú (Bandeira do Mello)	San Isabel de Paraguassú	Mte. Veneno	Andarahy	Lençoes	Pitanga	Salobro	Sincora	„Chapada“
1. Quarz	sg	hg	hg	hg	hg	hg	hg	+	+
2. Kieselschiefer und Jaspis	hg	hg	.	.	.	hg	hg	+	.
3. Orthoklas	sn	.	.	.	.	.	.	.	+
4. Biotit	sn	.	.	.	.	.	.	.	.
5. Muscovit	sn	.	.	.		sn	.	+	.
6. Chlorit	sn	.	.	.	.	.	.	.	.
7. Talk	.	.	.	.	.	.	.	+	.
8. Amphibol	sn	.	.	.	.	.	.	.	.
9. Epidot	sn	.	.	.	.	.	.	.	.
10. Granat	hg	sg	.	.	.	.	sn	+	.
11. Korund, gem.	hg	sg	.	.	.	sg	sg	.	.
Sapphir und Rubin	sg	.	.	.	.	sg	.	.	.
12. Monazit	hn	.	.	.	.	.	hn	.	.
13. Xenotim	hn	.	.	.	.	.	.	.	+
14. Ceylonit	hg	.	.	.	.	.	.	.	.
15. Fibroceylonit	hg	.	.	.	.	.	.	.	.
16. Fibrolith	hg	.	.	.	.	.	.	+	.
17. Disthen	sg	.	.	.	sg	hg	sn	+	.
18. Diasphor	sg	hg	sg	.	.	.	.	.	+
19. Rutil	sg	hn	hg	hg	hg	sg	.	+	+
20. Anatas	.	sn	hn	.	hn	.	.	+	+
21. Brookit	.		.	.	sn	.	.	sn	s
22. „Favas“	.	.	.	.	.	.	.	+	+
23. Cassiterit	.	.	sn	sn	hn	.	.	.	s
24. Columbit	.	sg	hn	hn	hn	.	.	.	+
25. Zirkon	hn	hg	hg	hg	hg	hn	hn	.	+
26. Chrysoberyll	sg		sg	.	.	sg	.	.	.
27. Euklas	.	sn	.	.	.	.	.	+	.
28. Titanit	.	.	.	.	.	.	.	+	.
29. Turmalin	sg	hg	.	.	.	hg	.	+	+
30. Staurolith	.	sn	.	.	.	hg	.	+	.
31. Lazulith	.	.	sg	.	.	.	.	+	.
32. Ilmenit	sg	sg	.	.	.	hg	hg	+	+
33. Magnetit	sn	sg	.	hn	hn	.	sg	+	+
34. Pyrit	sn	sn	.	.	sn	.	sn	+	.
35. Limonit	sg	.	hg	.	hg	sg	.	+	+
36. Psilomelan	.	.	.	sg	.	.	.	+	.
37. Markasit	.	.	.	.	.	.	.	+	.
38. Zinnober	.	.	.	.	.	.	.	.	+
39. Gold	sg	sg	sg	.	sg	.	sn	+	+

g = gerollt, n = nicht gerollt, s = selten, h = häufig.

Digitized by Google

XI. Biegungsaxe der Feldspäthe.

Von **E. v. Fedorow** in Petrowsko Rasumowskoje bei Moskau.

Seit der Zeit des classischen Versuches von Reusch mit dem Kalkspath wurde die Aufmerksamkeit der Beobachter auf die dauernden Deformationen der Krystalle immer mehr und mehr gelenkt. Ausser den von Reusch festgestellten Beschreibungen sind jetzt, und ganz besonders durch die interessanten Beobachtungen von H. Mügge, verschiedene andere Deformationen bekannt, Translationen, Biegungen und dergl.

Auf diesem neuen Beobachtungsgebiet bleibt natürlich noch viel dunkel; mehrere Beobachtungen werden mit der Zeit in ihrer Deutung verändert. Mir scheinen sogar principielle Standpunkte noch nicht genug klargelegt, die Beobachtungsmethoden nicht genug ausgearbeitet.

Jetzt gedenke ich der Biegung der Krystalle ein paar Worte zu widmen. H. Mügge stellt die Biegung in Zusammenhang mit der Entstehung der Translationen, durch welche das Gleichgewicht des Krystalles hergestellt wird. Ehe aber dies geschieht, muss die die Biegung erzeugende Kraft die Grösse erreichen, bei welcher die Translationen entstehen. Wenn bei weicheren Substanzen dazu keine besonders intensive Kraft nothwendig erscheint, so ist dies nicht der Fall für harte Substanzen. Bekanntermassen ist für die Erscheinung nicht ganz gleichgiltig, ob die Biegung (und dergleichen Kräfte) rasch und kurz oder sehr lange Zeit dauert. Es ist gut bekannt, dass selbst eine wenig intensive Kraft bei sehr langer Dauer imstande ist, beständige, bleibende Deformationen herzustellen. Wenn wir aber mit krystallinischen Substanzen zu thun haben, so ist dabei natürlich nicht gleichgiltig, in welcher Richtung die Kraft wirkt. Es ist zu erwarten, dass in gewissen Richtungen die Substanz sich viel leichter transformiren lässt, als in sämmtlichen anderen.

Nun ist eine allen Petrographen gut bekannte Thatsache, dass der Gebirgsdruck die Biegung verschiedener Mineralien zur Folge hat. Erfahrungsgemäss geschieht dies unter den harten Mineralien besonders oft mit den Feldspäthen.

Digitized by Google

Soviel ich weiss, ist bis jetzt kein Versuch gemacht worden, diese Erscheinung näher kennen zu lernen. Jetzt, nachdem die Methode gegeben ist, die Feldspäthe in beliebigen schiefen Schnitten nicht nur zu bestimmen, sondern auch deren Orientirung zu ermitteln, wird dadurch auch die Möglichkeit geschaffen, etwaige Deformationen näher kennen zu lernen.

Falls z. B. ein gebogener Feldspath vorliegt, so ist ganz gut möglich die verschiedenen Theile desselben besonders zu untersuchen, und dann kommt man durch Vergleichung der Orientirung dieser Theile zur genauen Beschreibung der Deformation selbst.

Zu diesem Zwecke habe ich aus einer grösseren Anzahl der Gabbropräparate des Bogoslowsk'schen Bergreviers zwei solche ausgewählt, in welchen die Biegung möglichst stark ausgeprägt war und welche dabei doch die nähere optische Untersuchung erlaubten. Natürlich wird dabei der Genauigkeitsgrad der Untersuchung geschädigt; um aber zu bestimmten Resultaten zu kommen, muss die Biegung sehr viel den äussersten Beobachtungsfehler übersteigen. Es ist also nicht sehr leicht, ein zu diesen Beobachtungen taugliches Präparat zu finden.

Es gelang mir aber Feldspathkörner auszusuchen, in welchen der Biegungswinkel in einem 15° und im anderen sogar 32° gross ist. Die Fehlergrösse steigt aber selbst in diesem ungünstigen Fall nicht über 3—4°.

Nachdem diese auserlesenen Körner (und zwar Albitzwillinge des Plagioklases) optisch untersucht worden, erhielt ich ein Diagramm, an welchem die sämmtlichen optischen Elemente in einheitlicher Orientirung angegeben waren. Die Untersuchung geschah für die extremen Punkte jedes Krystalles. Jetzt stellte sich die Aufgabe, zuerst die gemeinschaftliche Richtung für die beiden zu ermitteln. Die Aufgabe ist also mit derjenigen identisch, welche ich in der letzten Feldspathstudie behandelt habe [1]) und von deren Auflösung kann ich also jetzt absehen.

Die Bestimmungszahlen für beide Präparate (*Rr* 1 und *Rr* 47) erwiesen sich als genau dieselben: 33, 60, 76, was genau dem Albitgesetz der Nr. 52 entspricht. [2])

---

[1]) Groth's Zeitschrift, Bd. XXIX, S. 637 ff.

[2]) Vergl. Taf. XI derselben Arbeit. Die zuerst erhaltenen Zahlen waren für ein Exemplar etwas abweichend (und zwar 30, 61, 80). Wie aber dies mit dem auf-

Digitized by Google

An beiden Diagrammen sieht man für diesen Plagioklas, dass die Pole von (010), (001) und von den Axen n_g sämmtlich sehr nahe in einen Grosskreis kommen. Die Axen n_m und besonders n_p für die extremen Punkte sind viel weniger auseinander gegangen. Infolge dessen liess ich die gemeinschaftliche Richtung, d. h. die Biegungsaxe dadurch ermitteln, dass ich durch den Mittelpunkt zwischen den Polen (010) ebenso wie den Polen n_g der extremen Punkte, die zu den durch diese Pole hindurchgehenden Grosskreisen senkrechten Grosskreise zog. Der Schnittpunkt beider letzteren soll der Pol der gesuchten Biegungsaxe sein.

Die Orientirung dieser Axe kann durch sphärische Abstände derselben von den Polen n_g, n_p, resp. von dem Pole (010) gegeben werden.

Für den ersten Krystall wurden die Zahlen 85°, 34°, 89°, für den zweiten die Zahlen 88½°, 17½°, 90°[1]) erhalten.

Wie auch diese Zahlen auseinandergehen (und anderes wäre nicht zu erwarten), so ist doch sehr merkwürdig, dass die beiden Zahlenreihen ziemlich nahe der Axe [100] entsprechen, für welche wir aus dem Bestimmungsdiagramm (Taf. XI) die Zahlen 90°, 25°, 90° erhalten.

Würden die Beobachtungsfehler die Grösse 2° in der Lage der optischen Elemente (also die Axen n_g, n_m und n_p) nicht übertreffen, so hätte man ein viel grösseres Auseinandergehen dieser Zahlen zu erwarten. In der That konnte jetzt der Fehler in der Bestimmung dieser Elemente über 2° reichen, so dass die erhaltenen Zahlen als in den Grenzen der Beobachtungsfehler mit der Axe [100] übereinstimmend zu betrachten sind. Und da dies zuerst an einem Präparat beobachtet und später an dem zweiten bestätigt wurde, so scheint hiemit eine Zufälligkeit ausgeschlossen, wir würden demnach das erhaltene Resultat wie folgt formuliren: Die Biegungsaxe der Feldspäthe ist die Axe [100] der alten Aufstellung. Bei der neuen Aufstellung ist diese gerade die wichtigste Axe des Complexes,

---

gestellten Diagramm im Widerspruch und dieser Widerspruch augenscheinlich in der nicht ganz genauen Ermittlung der Zwillingsaxe seinen Grund hatte, so konnte eine kleine Correction vorgenommen werden, und dann erhielt ich fast genau dieselben Zahlen.

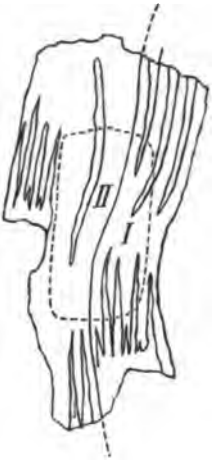
[1]) Die angegebenen sind die Mittelzahlen aus zwei ziemlich auseinandergehenden einzelnen Zahlen.

Digitized by Google

und zwar die Hauptaxe [001] des pseudotetragonalen Krystalls, dadurch erhält das erworbene Resultat besonders einfache Deutung.

Jedenfalls steht jetzt jedem Petrographen frei, das hier angegebene Resultat zu verificiren, was sehr wünschenswerth erscheint.

Von etwaigen Translationen sieht man hier keine Spur. In einem dieser Präparate sieht man Plagioklas um ein Diallagkorn gebogen. Der letzte ist ausserordentlich stark durch Absonderungsflächen durchsetzt, theilweise verpulvert. Er besitzt keine einheitliche Auslöschung und sogar überhaupt keine Auslöschung im überwiegenden Theile.



Einige Monate nachdem diese Zeilen geschrieben wurden, traf ich ebenfalls in den Gabbros einen gebogenen (und zwar zweifach gebogenen) Plagioklas, dessen optische Untersuchung sich als noch lehrreicher erwies (Präparat *Pp* 1).

Der Krystall selbst ist in der nebenstehenden Figur schematisch gezeichnet.[1])

Hier sieht man Complicationen in verschiedenen Richtungen.

Erstens erweist sich Krystall nicht mehr als ein einfacher Albitzwilling, sondern als Karlsbader Zwilling mit eingeschalteten Albitzwillingslamellen, welche aber sich verschiedenartig auskeilen.

Zweitens ist der Krystall nicht einfach, sondern zweifach gebogen.

Drittens besitzt derselbe, wenn auch wenig scharf ausgeprägte Schalenstructur, d. h. zeigt substantielle Verschiedenheit in dem Kerne und in dem äusseren Rande.

Leider kommen dazu einige Unvollkommenheiten, welche für die genauere optische Untersuchung störend wirken, die Biegung selbst ist verhältnismässig schwach, und zwar von der Mitte ausgehend erhalten wir für ein Ende den Biegungswinkel $12^1/_2{}^0$ und für das entgegengesetzte $8^1/_2{}^0$. Wie erwähnt, ist diese Biegungsgrösse zu schwach, um ganz klare Resultate daraus ziehen zu können.

---

[1]) In dieser Figur liess ich die Grenzen der beiden Individuen des Karlsbader Zwillings möglichst deutlich hervortreten. Das eine Individuum ist mit I und das andere mit II angezeigt. Die punktirte Linie gibt ungefähr die Lage des Kerns.

Digitized by Google

Die Bestimmung des Plagioklases selbst kam sehr leicht zustande. Für den Kern des rechten Individuums des Karlsbader Zwillings erhielt ich die Bestimmungszahlen: 37, 60, 72 und für das linke Individuum des Kerns die Zahlen: 61, 67, 39. Die erste Zahlenreihe weist auf Albitzwilling Nr. 57 und die zweite auf Karlsbader Zwilling Nr. 56. Dadurch kann die Bestimmung selbst als gut bestätigt angesehen werden. Für den Randpunkt des Krystalls liessen sich die Zahlen $33^1/_2$, 60, 75 erhalten, was für die Nr. 53 spricht.

Die nähere Betrachtung des Diagramms, in welchem sämmtliche optische Elemente in richtiger relativer Orientirung angezeigt worden sind, scheint dem eben angegebenen Gesetz der Biegung zu widersprechen. Nun aber liess sich von selbst die Ursache dieses Widerspruchs erkennen, indem nur in Betracht gezogen wurde, dass die beiden untersuchten Punkte des Krystalls jetzt nicht mehr substantiell identisch, sondern verschiedenartig sind. Die angegebene Construction für die Aufsuchung der Biegungsaxe lässt sich aber nur dann anwenden, wenn die substantielle Identität vorhanden ist. Nachdem dieser Punkt berücksichtigt worden war, war es zugleich ganz einfach, aus dem Beobachtungsdiagramm auf graphischem Wege zu einem anderen überzugehen, welches sich darstellen würde, falls der Kern mit dem Rande identisch wäre. Dazu kann ebenfalls dasselbe allgemeine Diagramm Taf. XI verwendet werden, weil dasselbe die relative Orientirung für sämmtliche Plagioklase angibt.

Infolge dessen unternahm ich die Correction der zu dem Kerne (also Nr. 57) zugehörenden optischen Elemente und liess dieselben durch diejenigen ersetzen, welche bei derselben krystallographischen Orientirung dem Plagioklas Nr. 53 entsprechen würden. Wie aber gerade für den letzten die Pole von (010), (001) und n_g fast genau in einen Grosskreis fallen, so gab es mir grosse Befriedigung zu sehen, dass nach der erfolgten Correction das (wenigstens sehr annähernd) wirklich der Fall ist. Jetzt aber war die Lage der Biegungsaxe noch weniger genau mit der theoretischen Lage zu constatiren. Dieses Resultat war aber von vornherein zu erwarten, hauptsächlich deswegen, weil jetzt der Biegungswinkel nur $12^1/_2{}^0$ gross ist.

Dem kommt aber noch ein anderer von vornherein zu erwartender Umstand bei.

In dem Falle eines Albitzwillings ist die Richtung [100] eine gemeinschaftliche Richtung für beide Individuen. In dem Falle des Karls-

Digitized by Google

OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

bader Zwillings ist dies keineswegs der Fall, da diese Axe zur Axe [001] nicht senkrecht ist, sondern mit ihr ca. 64° einschliesst. Somit ist die gemeinschaftliche Biegung um diese Axe factisch unmöglich. Falls also das eben durch Beobachtung constatirte Gesetz ein allgemeines ist, so muss dann als logische Nothwendigkeit der Schluss über die Entstehung verschiedener anderartiger mechanischer Deformationen gezogen werden, durch welche die Biegung in möglichem Grade vermindert würde. Und nun scheint mir, dass die beigegebene Figur gerade diesen à priori nothwendigen Schlussfolgerungen am besten entspricht. Diese Deformationen ersehe ich in zahlreichen (in der Wirklichkeit noch mehr zahlreichen, als es in der Figur dargestellt worden ist) auskeilenden dünnen Albitzwillingslamellen, welche fast gleichmässig in beiden Individuen des Karlsbader Zwillings entwickelt sind, aber streifenweise gelagert worden sind. [1]) Mir scheint sogar ganz gut möglich, dass derselben Ursache auch die zweifache Biegung zuzuschreiben wäre. Natürlich wird dadurch auch die Biegungsdimension in hohem Grade gemildert. Den genauen Beweis dafür zu erbringen scheint mir aber zur Zeit nicht möglich.

Nachträgliche Bemerkung. Eben kam mir die C. Viola'sche Abhandlung „Ueber Bestimmung und Isomorphismus der Feldspäthe" zur Hand, in welcher einige Punkte meiner III. Feldspathstudie besprochen werden. Es war mir sehr angenehm zu sehen, dass auf einen in dieser Abhandlung eingeschlichenen Fehler so bald hingewiesen wurde. Dieser von mir ganz unerwartete Fehler ist nämlich in der Anmerkung pag. 636 enthalten und bezieht sich auf einen Beweis, welcher in der Abhandlung selbst nicht enthalten wird.

Für diesen Hinweis herzlich dankbar, erlaube ich mir doch einzuwenden, dass der Fehler nur einer vorübergehenden Bemerkung (pag. 635 und 636) gehört und keineswegs einem aufgestellten Princip anhafte, wie dies H. C. Viola auf pag. 239 seiner Abhandlung ausspricht. Beseitigt man aus meiner Abhandlung die genannte Bemerkung, so wird nichts darin geschädigt.

Das neue Princip wurde aber auf pag. 637 aufgestellt, und zwar aus der Veranlassung, möglichst genaue Curven für die Plagio-

[1]) Wenn in diesem Falle Albitzwillingslamellen auf mechanischem Wege entstanden sein müssen, so will ich keineswegs damit aussprechen, dass dies auch in anderen Fällen geschieht. Im Gegentheil, die Lagerung der Lamellen ist in manchen Fällen erfahrungsgemäss mit einer solchen Voraussetzung unvereinbar.

Digitized by Google

klasreihe zu traciren. Das Princip ist keine mathematische Folgerung aus irgend welchen anderen Gesetzen oder Principien, steht aber als eine auf dem Wege der directen Erfahrung geprüfte Thatsache da. Somit ersehe ich auch die endgiltigen Schlussfolgerungen als ausschliesslich auf directem Wege der Beobachtung basirend; durch directe Beobachtung sind dieselben zu prüfen. In welchem Grade diese Prüfung willkommen wäre, kann man schon daraus ersehen, dass in der allerletzten Zeit von mir und meinen Schülern allein neue Plagioklasbestimmungen zu Hunderten ausgeführt wurden. Darauf findet auch die vorliegende Notiz ihre Base.

Digitized by Google

XII. Notiz.

Ueber mexikanische Meteoreisenmassen.

Vor kurzem erhielt ich die Mittheilung, dass die Eisenmasse von San Gregorio (siehe diese Mittheilungen, 1898, Bd. XVIII, pag. 91 und 254) sich nicht mehr in dem genannten Städtchen befinde, sondern nach der Hauptstadt Mexiko geschafft und im Hofe der dortigen Bergschule aufgestellt worden sei.

Zufällig reiste gerade zu der Zeit mein ehemaliger Schüler, der Bergtechniker Johannes Beck, nach Mexiko und ich ersuchte denselben, sich an Ort und Stelle die aufgestellten Meteoreisenmassen anzusehen und Mittheilungen darüber einzusenden. Das ist nun auch geschehen und Herr Beck schreibt darüber wie folgt:

„Mexiko, 27. November 1898. In der Vorhalle der Bergschule in Mexiko sind auf vier starken gusseisernen niedrigen Säulen vier mächtige Meteoreisenmassen befestigt. Ich habe sie roh skizzirt und schätzungsweise das Mass angegeben.

Nr. 1. Wurde im District Jimenez im Staate Chihuahua im Jahre 1581 vom Capitän Antonio de Espejo aufgefunden. Gewicht 6767 Kilogramm.

Diese Masse wurde im Jahre 1893 nebst noch anderen drei Meteoreisenmassen vom Bergdirector Antonio del Castillo in das geologische Institut nach Mexiko gebracht, welches mit der Bergschule vereinigt ist.

Nr. 2. Staat Zacatecas, näherer Fundort unbekannt. Gefunden 1792. Gewicht 780 Kilogramm.

Nr. 3. Hacienda de Concepcion, District de Allende, Staat Chihuahua. Gewicht 3325 Kilogramm.

Nr. 4. Gefunden vom Capitän Antonio de Espejo im Jahre 1581 im District von Jimenez, Staat Chihuahua. Gewicht 14.114 Kilogramm."

Herr Beck hat somit die San Gregorio-Masse nicht in Mexiko gesehen.

Freiberg, 25. December 1898.

Dr. Frenzel.

Digitized by Google

XIII. Literatur.

Krystallographie, Chemie, Physik.

Addison Wm.: On crystal formation of the elements and their allotropic modifications with a deduction of the atomic forms therefrom. Toronto 1896.

Beckenkamp J.: Zur Symmetrie der Krystalle. 5. Baryt (Fortsetzung). Bemerkung zu St. Franke: Ueber das Kalkspathvorkommen von Nieder-Rabenstein. — Sep.-Abdr. aus Zeitschr. f. Kryst. XXX. Bd., 1. Heft.

Derselbe: Zur Symmetrie der Krystalle. 6. Zwillinge mit schief zu einander gestellten Axen. 7. Drehung der Polarisationsebene. — Zeitschr. f. Kryst. XXX. Bd., 4.

Goldschmidt V.: Ueber Erkennung eines Zwillings. — Zeitschr. f. Kryst. XXX. Bd., 4.

Hillebrand W. F.: The Colorimetric Estimation of Small Amounts of Chromium, with Special Reference to the Analysis of Rocks and Ores. Volumetric Estimation of Vanadium in Presence of Small Amounts of Chromium with Spec. etc. — Repr. fr. the Journ. of the Amer. Chem. Society. 1898, Vol. XX, Nr. 6.

Derselbe: Distribution and quantitative occurrence of Vanadium and Molybdenum in rocks of the United States. — From the Amer. Journ. of Science. 1898, Vol. VI.

Klein C.: Die optischen Anomalien des Granats und neuere Versuche sie zu erklären. — Sitz.-Ber. der kgl. preuss. Akad. der Wissensch. Berlin 1898, XLIV.

Leiss C.: Spectralapparat nach E. A. Wülfing zur Beleuchtung mit Licht verschiedener Wellenlänge. — Zeitschr. f. Instrumentenkunde. Juli 1898.

Derselbe: Ueber neue Totalreflexionsapparate. 1. Apparate zur Projection und Photographie der geschlossenen Grenzcurven. 2. Vervollständigtes Totalreflectometer nach Kohlrausch und dessen Verwendung als Goniometer und Axenwinkelapparat. — Zeitschr. f. Kryst. 1898, XXX. Bd., 4.

Derselbe: Mittheilungen aus der Fuess'schen Werkstätte. — Neues Jahrb. f. Mineral. 1898, II. Bd.

Panebianco P.: Les Théoriciens de la Cristallographie. — Separatabdruck.

Quesneville G.: De la double réfraction elliptique et de la tétraréfringence du quartz dans le voisinage de l'axe. Paris 1898.

Reich A. J.: Ein einfaches Verfahren, um Fluor in Silicaten und Boraten nachzuweisen. — Sep.-Abdr. aus „Chemiker-Zeitung". 1896, Nr. 99.

Ricci Ettore Dr.: Introduzione allo studio dei Silicati. Milano 1898.

Spezia G.: Contribuzioni di geologia chimica. Esperienze sul quarzo e sull' opale. — Accad. real. d. scienze di Torino. 1898, Vol. XXXIII.

Täuber C.: Krystallographisch-optische Untersuchungen organischer Verbindungen. Inaugural-Dissertation. Breslau 1898.

Vater H.: Das Wesen der Krystalliten. — Zeitschr. f. Kryst. 1896, XXVII. Bd., 5. Heft.

Derselbe: Ueber den Einfluss der Lösungsgenossen auf die Krystallisation des Calciumcarbonates. Theil V. — Zeitschr. f. Kryst. 1896, XXVII. Bd., 5. Heft.

Derselbe: Ueber den Einfluss der Lösungsgenossen auf die Krystallisation des Calciumcarbonates. Theil VI. — Zeitschr. f. Kryst. 1898, XXX. Bd., 3. Heft.

Digitized by Google

Derselbe: Ueber den Einfluss der Lösungsgenossen auf die Krystallisation des Calciumcarbonates. Theil VII. — Zeitschr. f. Kryst. 1898, XXX. Bd., 5. Heft.

Derselbe: Bemerkung über die sogenannten anomalen Aetzfiguren der Krystalle. — Zeitschr. f. Kryst. u. Min. 1898, XXX. Bd., pag. 301.

Derselbe: Beitrag zur Kenntnis der Umsetzungen zwischen Calciumcarbonat und Alkalisulfat, sowie über die Bildung der Alkalicarbonate in der Natur. — Zeitschr. f. Kryst. 1898, XXX. Bd., 4. Heft.

Viola C.: Ueber Homogenität. III. Abhandlung. — Zeitschr. f. Kryst. 1898, XXIX. Bd., 3. Heft.

Derselbe: Ueber Feldspathbestimmung. Versuch einer elementaren Feldspathbestimmung im Dünnschliffe nach dem allgemeinen Principe der Wahrscheinlichkeit. Zeitschr. f. Kryst. 1898, XXX. Bd., 1. Heft.

Derselbe: Ueber Bestimmung und Isomorphismus der Feldspäthe. — Zeitschr. f. Kryst. 1898, XXX. Bd., 3. Heft.

Derselbe: Le Basi della Crystallografia. — Pisa 1898.

Derselbe: Ueber einige im mineralogischen Institute zu München ausgeführte Untersuchungen. — Zeitschr. f. Kryst. 1898, XXX. Bd., H. 5.

Walker T. L., The crystalline symmetry of Torbernite. — From the Americ. Journ. of Science. 1898, Vol. VI.

Wülfing A. E.: Ueber einen Spectralapparat zur Herstellung von intensivem monochromatischem Licht. — Neues Jahrb. f. Min., Berlin, XII. Bd.

Derselbe: Die Theorie der Beobachtung im convergenten Licht und Vorschläge zur Verbesserung der Axenwinkelapparate. — Ebenda.

Mineralogie.

D'Achiardi G.: Note di Mineralogia Italiana. — I. Ortose di San Piero in Campo (Elba). II. Aragonite di Jano (San Miniato). III. Mossottite di Montieri (Grosseto). IV. Calcite e pirite del Borgallo (Appennino Pontremolese). V. Quarzo con la base della Verruca (Monti Pisani). Pisa 1898. — Estr. d. Processi verbali d. Soc. Tosc. d. sc. nat. 1. Maggio 1898.

Derselbe: I Quarzi delle Gessaie Toscane. — Estr. d. Atti dell' Soc. Tosc. d. Scienze Naturali. Pisa 1898, Vol. XVII.

Barrow G.: On the Occurrence of Chloritoid in Kincardineshire. — From the Quarterly Journ. of the Geolog. Soc. for May 1898.

Cumenge E. et Robellaz F.: L'or dans la nature. — Paris 1898.

Grubenmann U.: Ueber die Rutilnadeln einschliessenden Bergkrystalle vom Piz Aul im Bündneroberland. — Neujahrsbl., herausgeg. von der Naturforschenden Gesellschaft auf das Jahr 1899. Zürich.

Hussak E. und Prior G. T.: On Senaite, a new mineral belonging to the Ilmenite Group from Brazil. — Mineralogical Magazine. Vol. XII, Nr. 54.

Mügge O.: Ueber regelmässige Verwachsungen von Kupfer mit Cuprit von Burra-Burra, Süd-Australien. — Neues Jahrb. f. Mineralogie. 1898, II. Bd.

Petren Jakob: Om den s. k. Walleriiten. — Geol. Fören. i Stockholm Förhandl. 1898, XX. Bd., 5. H.

Digitized by Google

Prendel R.: Notiz über Bergkrystalle vom Berge Kasbék. — Extr. de l'Annuaire géolog. et minér. de la Russie. 1898, Vol. III, Liv. 1.

Ramsay W. und Zilliacus A.: Monazit von Impilaks. — Öfversigt af Finska Vet.-Soc. Förhandlingar, Helsingfors 1897, XXXIX. Bd.

Reese Chas. L.: Petroleum Inclusion in Quartz Crystals. — Repr. from the Journal of the Americ. Chemical Society. 1898, Vol. XX, Nr. 10.

Petrographie, Geologie.

Bauer M.: Beiträge zur Geologie der Seyschellen, insbesondere zur Kenntnis des Laterits. — Neues Jahrb. f. Min. etc. 1898, II. Bd.

Becke F.: Bericht über das Graslitzer Erdbeben, 24. October bis 25. November 1897. — Sitz.-Ber. der Wiener Akademie der Wissensch. Math.-naturw. Classe. Juni 1898, CVII. Bd., Abth. 1.

Bücking H., Dr.: Geologie von Elsass-Lothringen, unter besonderer Berücksichtigung der nutzbaren Mineralien und Gesteine. — Sep.-Abdr. aus „Das Reichsland Elsass-Lothringen", 1898.

Bjørlykke K. O.: Geologisk kart med beskrivelse over Kristiania by. — Norges Geologiske Undersögelse. 1898, No. 25.

Morgan-Clements J.: A Study of some examples of Rock Variation. — Journal of Geology. 1898, Vol. VI, No. 4.

Cohen E. Dr: Ueber das Meteoreisen von Morradal bei Gojotli zwischen Skiaker und Stryn, Norwegen. — Vindenskabsselskabets Skrifter. I. Mathem.-naturw. Classe. 1898, Nr. 7.

Cushing H. P.: Syenite-Porphyry dikes in the Northern Adirondacks. — Bullet. of the geolog. society of America, Rochester 1898, Vol. IX, pag. 239—256.

Francke H. G., Dr.: Die Porphyre des Burgstalles und der Traschke bei Wechselburg im Königreich Sachsen. Rochlitz 1898.

Grubenmann U.: Eintheilung, Benennung und Beurtheilung der natürlichen Bausteine nach ihrer petrographischen Beschaffenheit und geologischen Stellung. Zürich 1898.

Hoernes, R. Dr.: Das Petroleum-Vorkommen in Baku am Kaspi-See. — 1. Vortrag. Sep.-Abdr. a. d. Mittheil. d. Steierm. Gewerbe-Vereines. 1898, Nr. 1 u. 2.

Hussak E.: Der goldführende kiesige Quarzlagergang von Passagem in Minas Geraes, Brasilien. — Zeitschr. f. praktische Geologie. October 1898.

Klautzsch A.: Die Gesteine der Ecuatorianischen West-Cordillere von den Ambato-Bergen bis zum Azuay. — Sep.-Abdr. aus W. Reiss und A. Stübel: Das Hochgebirge von Ecuador. I. Berlin 1898.

Knett J.: Verhalten der Karlsbader Thermen während des vogtländisch-westböhmischen Erdbebens im October-November 1897. — Sitz.-Ber. d. Akad. d. Wissensch. in Wien. Mathem.-naturw. Classe. CVII, Abth. 1, Juni 1898.

Lacroix M. A.: Les filons granulitiques et pegmatiques des contacts granitiques de l'Ariège. Leur importance théorique. — Comptes Rendus. 17. October 1898.

Derselbe: Les roches à axinite (dimurites) des contacts granitiques des Hautes-Pyrénées. — Comptes Rendus. 31. Octob. 1898.

Digitized by Google

Derselbe und Gautier P.: Sur les minéraux des fumerolles basaltiques de Royat (Pery-de-Dôme). — Comptes Rendus. 23. Mai 1898.

Löwl F.: Rund um den Grossglockner. — Zeitschr. d. deutschen u. österr. Alpenvereines. 1898, XXIX. Bd.

Milch L.: Beiträge zur Kenntnis der granitischen Gesteine des Riesengebirges, I. Th. — Sep.-Abdr. a. d. Neuen Jahrb. f. Min., G. etc. Stuttgart 1898, XII. Bd.

Penck A.: Reisebeobachtungen aus Canada. — Vorträge d. Vereines z. Verbreitung naturw. Kenntn. in Wien. — Wien 1898, XXXVIII. Jahrg., 11. Heft.

Pennisi Mauro A.: Conoscenza e creazione. — Essenziale dimostrazione dell' identità cosmogenica e gnoseologica ossia generazione e dipendenza dalla psiche delle forze fisiche e della natura. — Estr. degli Atti e Rendiconti dell' Acad. Dafnica di Acireale. 1898, Vol. VI.

Prendel R.: Uebersicht der russischen Literatur über Meteoriten fürs Jahr 1896. — Extr. de l' Annuaire géologique et minéralogique de la Russie T. II, Liv. 8.

Ramsay Wilhelm: Ueber die geologische Entwicklung der Halbinsel Kola. — Fennia 16, Nr. 1, Helsingfors 1898.

Riva C.: Escursioni nel Caucaso e nell' Armenia in occasione del Congresso geologico internationale di Pietroburgo. — Atti della società Italiana di scienze naturali. Milano 1898, Vol. XXXVII.

Derselbe: Osservazioni sulle Trachiti-Andesitiche della Tolfa. — Atti della società Italiana di scienze naturali, Milano 1898, Vol. XXXVII.

Rosenbusch H.: Zur Deutung der Glaukophangesteine. — Sitz.-Ber. der kgl. preuss. Akad. d. Wissensch., Berlin 1898, XLV. Bd.

Seidl F.: Die Erderschütterungen Laibachs in den Jahren 1851—1886. — Sitz.-Ber. der kais. Akad. der Wissensch. in Wien. Mathem.-naturw. Classe. Juni 1898, CVII. Bd., Abth. 1.

Schroeder J. L. C. van der Kolk: Bijdrage tot de Karteering onzer Zandgronden (III). — Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam. 1898, 2. Sect., Deel VI, Nr. 4.

Smith G. O.: The Rocks of Mount Rainier. — Extr. from the eighteenth annual rep. of the Director of the U. S. Geol. Survey. II. Part.

Suess F. E.: Ueber die Herkunft der Moldavite aus dem Weltraume. — Akad. Anzeiger, Nr. XXIV. Wien, 17. November 1898.

Derselbe: Ueber den kosmischen Ursprung der Moldavite. — Verhandl. der k. k. geol. Reichsanstalt. 1898, Nr. 16.

Wellisch Siegmund, Ingen.: Das Alter der Welt. — Wien 1899.

Walker T. L.: Causes of variation in the composition of igneous rocks. — American Journal of Science. Novemb. 1898, Vol. VI.

Arsruni Andreas †, Professor Dr. Nekrolog von A. Dannenberg. — Zeitschr. f. prakt. Geologie. December 1898.

Steindachner T.: Jahresbericht des k. k. naturhistorischen Hofmuseums für 1897. — Annalen des k. k. naturhistor. Hofmuseums. XIII. Bd., 1. H.

Digitized by Google

Neue Bücher.

Die Eruptivgesteine des Kristianiagebietes. III. Das Ganggefolge des Laurdalits von Dr. W. C. Brögger, ord. Professor der Min. und Geol. an der Universität Kristiania. Mit einer Karte, 4 Tafeln und 5 Figuren im Text. Kristiania 1898. Gross-8°, 378 Seiten.

In rascher Folge erscheinen die Theile der gross angelegten Monographie der Eruptivgesteine von Kristiania, welche sowohl durch die Eigenart des Vorkommens, als durch die Gründlichkeit, Sachlichkeit und den Ideenreichthum der Bearbeitung das lebhafteste Interesse der Fachgenossen wachrufen. Es ist namentlich die innige Durchdringung mikroskopisch-mineralogischer Untersuchungsmethoden mit der chemischen Analyse, und die Combination der so gewonnenen Resultate mit der geologischen Erforschung, welche die Untersuchungen des Verfassers so erfolgreich macht.

In dem vorliegenden Bande findet zunächst der Laurdalit nach mineralogischer, chemischer Zusammensetzung und geologischer Rolle eine erschöpfende Behandlung. Dann wendet sich der Verfasser den Gangbegleitern des Laurdalit zu, die eine überraschende Mannigfaltigkeit zeigen. Dass es dabei nicht ohne einige neue Namen abgeht, ist bei der schier unerschöpflichen Mannigfaltigkeit der Gesteine des Gebietes, und bei dem wiederholt ausgesprochenen Grundsatz des Autors, jede bestimmt unterscheidbare Gesteinsart müsse ihren Eigennamen haben, nicht zu verwundern.

So werden unterschieden: Camptonite und Proterobase, Monchiquite, Farrisit (ein *Na*-reiches skapolithähnliches Mineral, Barkevikit, Pyroxen, Biotit, wenig Olivinpseudomorphosen setzen das tiefchocoladebraune Gestein zusammen), Kersantite, Vogesite, Heumite (ein chemisch mit Monchiquit nahe verwandter Typus, unter den dunklen Mineralen herrscht basaltische Hornblende und Biotit, unter dem farblosen Feldspath, vorherrschend Natronmikroklin), Natronminetten, Ganggesteine der Grorudit-Tinguait-Serie, Nephelinrhombenporphyr, Nephelinporphyr, Ditroite und Foyaite, Hedrumite (= Ganggesteine, welche nach Zusammensetzung den Alkalisyeniten-Pulaskiten entsprechen), Bostonite, Lestiwarite (= Syenitaplite).

Eine sorgfältige Vergleichung der chemischen Beziehungen der aufgezählten Gesteine, welche von einer graphischen Darstellung der Analysenresultate begleitet ist, die sich an die Analysendiagramme von M. Lévy anschliesst, führt den Verfasser zu Resultaten, die sich recht kurz in folgenden Sätzen aussprechen lassen.

Was immer die Ursachen der Differentiation der geologisch zusammen vorkommenden Eruptivgesteine sein mögen, an der Thatsache der Differentiation ist nicht zu zweifeln. Die Differentiation erfolgt, ausgehend von dem Stammagma, dem Laurdalit, in drei Richtungen, einmal durch Anreicherung der accessorischen Bestandtheile (Titanit, Apatit) und der Silicate von *Ca*, *Mg*, *Fe*, andererseits durch Anreicherung der sauren Alkali-Thonerde-Silicate $R'AlSi_3O_8$, endlich durch Anreicherung des Nephelinsilicates $R'AlSiO_3$. Die Differentiation lässt sich durch Diffusion der Metallsilicate in der einen, der Alkali-Thonerdesilicate in der anderen Richtung hypothetisch erklären, wobei nicht die Einzelstoffe sondern die auch als

Digitized by Google

Mineralgemengtheile bekannten stöchiometrischen Verbindungen wandern. Eine Kritik der vom Verfasser in ihrer bahnbrechenden Bedeutung vollkommen gewürdigten „Kernhypothese" Rosenbusch's zeigt, dass namentlich der von Rosenbusch angenommene Kern $CaAl_2Si_4$ besser durch den Anorthitkern $CaAl_2Si_2O_8$ zu ersetzen ist. Diejenigen Ganggesteine, welche durch Anreicherung mit *Ca*, *Mg*, *Fe* entstanden sind, bezeichnet Brögger als melanokrat, die durch Anreicherung der Alkalisilicate entstandenen als leukokrat (die beiden Bezeichnungen decken sich ziemlich mit lamprophyrisch und aplitisch Rosenbusch, das letztere nicht völlig).

Ein Schlusscapitel erörtert die verschiedenen Differentiationshypothesen von M.-Lévy, Johnston-Lavis, die Liquationshypothese (Abspaltung nicht mischbarer Flüssigkeiten), die Hypothese von Becker (fractionirte Krystallisation) u. a. Schliesslich wird die Möglichkeit einer Differentiation unter Einwirkung andauernder elektrischer Erdströme nach einer von Kr. Birkeland herrührenden Idee erwogen. Als Resultat der Discussion ergibt sich: dass die Differentiationsprocesse auf magmatischer Diffusion stöchiometrischer Verbindungen nach und weg von der Abkühlungsfläche bezogen werden müssen, ferner dass diese Diffusionsbewegungen wahrscheinlich in bestimmter Beziehung zur Krystallisationsfolge des betreffenden Magmas gestanden haben, endlich, dass Krystallisationsfolge und Eruptionsfolge bestimmte Analogien aufzuweisen scheinen.

Recherches géologiques et pétrographiques sur le Massif du Mont-Blanc par Louis Duparc et Ludovic Mrazec 4°, 227 Seiten, 6 Tafeln Mikrophotogramme, 2 Profiltafeln. — Mémoires de la Soc. de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève. Tome XXXIII, Nr. 1. Genève 1898.

Die Autoren vereinigen in diesem stattlichen Bande die Resultate ihrer durch sieben Jahre fortgesetzten sorgfältigen und eingehenden Studien im Gebiete des Montblanc.

Nach einer kurzen topographischen Uebersicht folgt eine eingehende Petrographie der Gesteine des Montblanc. In dem Eruptivgestein, welches den Kern der Masse bildet, dem Protogin, unterscheiden die Autoren 3 Typen: type granitique, gleichmässig körnig hellgefärbt; type gneissique, dunkler, mehr oder weniger schiefrig mit Feldspathaugen und Quarzlinsen in sericitischer Masse; type pegmatoïde, reich an grossen Feldspathen, in granitischem Grund mit kleinen Flecken von Chlorit und Biotit. Die Typen sind nicht scharf getrennt, sondern durch Uebergänge verbunden, und einigermassen gesetzmässig angeordnet, derart, dass die granitischen Varietäten den Kern der Antiklinalen bilden, die gneissigen und pegmatoiden die Synklinalen und die unmittelbaren Grenzen gegen die Schiefer. Eingehend wird die Physiographie der einzelnen Gemengtheile gegeben, die Structur der Typen, die nunmehr auch von den Autoren als wichtig und weit verbreitet anerkannten dynamischen Phänomene beschrieben. Es folgt eine lange Reihe von kurzen Einzelbeschreibungen der untersuchten Stücke und eine Reihe von nicht weniger als 17 Protogin-Analysen. Danach stehen die Protogine des Montblanc etwa in der Mitte zwischen den etwas basischeren Graniten von Blaufort, Valorsine und Gasteren und den noch etwas saureren der Berner Alpen und der Pelvoux Der Type granitique ist im Mittel etwas saurer als der Type gneissique, pegmatoïde.

Digitized by Google

Es folgt eine eingehende Untersuchung der sogenannten Einschlüsse im Protogin. Die Verfasser kommen zu dem Schluss, dass dieselben nicht als concretionäre basische Ausscheidungen, sondern als stark metamorphosirte fremde Einschlüsse aufzufassen seien. Sie werden mit den grösseren Schiefer-Einlagerungen in Zusammenhang gebracht, welche an mehreren Stellen dem Protogin eingelagert sind.

Ein weiteres Capitel ist den „granulitischen" (aplitischen) Gängen gewidmet, welche ebenso nach ihrer Mineralzusammensetzung und ihrem chemischen Bestand eingehend untersucht wurden.

Auf der Südostseite des Montblanc-Massivs spielen stark dynamometamorphe Quarzporphyre eine wichtige Rolle. Ihre Zusammensetzung bringt sie den aplitischen Gängen nahe. Die Sedimente, mit denen sie in mechanischen Contact treten, sind nicht metamorphosirt.

In dem nächsten Abschnitt des Werkes werden die krystallinen Schiefer eingehend beschrieben, welche die Hülle des Protogin bilden. Eine bestimmte Schichtfolge lässt sich nicht ausmachen, dagegen unterschieden die Autoren folgende petrographische Typen:

1. Granulitische Glimmerschiefer und Gneisse.
2. Sericitische Schiefer und Gneisse mit etwas Chlorit, Titanit und Magnetit.
3. Chloritische Schiefer und Gneisse.
4. Hornfels-Schiefer (Cornéenne).
5. Gesteine mit noch kenntlichem Detrituscharakter.

Die chloritischen Schiefer herrschen im Süd-West vor, wo das Massiv rasch unter die gefaltete Sedimentdecke taucht. Die Schiefer mit Detrituscharakter stehen wahrscheinlich in Beziehung zu den eingefalteten Carbonmulden und gehören möglicherweise zum Theil hiezu. Hiezu kommen dann noch die Amphibolite und Eklogite.

Im ganzen gehören die Schiefer des Montblanc einem höheren Niveau der krystallinen Schiefer an. Die Entwicklung gneissähnlicher (granulitiques) Gesteine ist der Metamorphose, genauer der Injection durch den Protogin zu danken. Diese Ansicht wird im IV. Theile des Buches ausführlich dargelegt unter Zurückweisung der (in dieser Allgemeinheit wohl von niemandem behaupteten) „dynamometamorphen" Entstehung der Schieferhülle aus gepresstem und gequetschtem Protogin. Wenn die Verfasser hier Grubenmann als extremen Dynamometamorphiker citiren und ihm die Ansicht zuschreiben, er lasse Aplitgänge durch Faltung entstehen, so haben sie ihn wohl missverstanden. Grubenmann meint an der citirten Stelle (Ueber Gesteine des granitischen Kerns im östlichen Theile des Gotthardmassivs, 1892, pag. 20) doch nur eine mechanische Veränderung des ursprünglichen Intrusivcontacts

Das 5. Capitel handelt von den sedimentären Formationen, das 6. von der Tektonik des Montblanc. Die erste Faltung gehört dem System der caledonischen Faltungen an. Ihr fällt die Intrusion des Protogin, die theilweise Resorption der Schieferhülle und die Modification der Randpartien des Tiefengesteines durch Endomorphismus zu. In die gleiche Zeit fällt die Injection der granulitischen Apophysen und die Metamorphose der Hüllgesteine. Schon damals bildete das Massiv ein System von Antiklinalen und Synklinalen, die zum Theile bis jetzt noch erkennbar sind.

Zur Carbonzeit ist das Massiv aufgetaucht und denudirt. In den Mulden erfolgt die Ablagerung der Carbon-Sedimente. Durch die hercynische Faltung werden

Digitized by Google

diese Sedimente mit den krystallinischen Schiefern zusammengefaltet. In der Triasepoche und zur Zeit des unteren Lias bleibt das Massiv aufgetaucht; dann senkt es sich, und es lagern sich weitere Sedimente ab. Dann folgt die alpine Faltung, welcher die eigenthümliche Lagerung der Sedimente und der Haupttheil der dynamometamorphen Erscheinungen im ganzen Massiv zuzuschreiben ist.

Principles of North-American Pre-Cambrian Geology by Charles Richard Van Hise, with an appendix on flow and fracture of rocks as related to structure by Leander Miller Hoskins. — Extract from the sixteenth annual report of the U. S. Geological Survey. Washington 1896.

Diese Publication kann allen jenen, welche sich mit den complicirten Fragen beschäftigen, die mit dem Grundgebirge zusammenhängen, zum eingehendsten Studium empfohlen werden. Sie zerfällt in zwei Theile, von denen der erste eine sehr vollständige physikalisch-mechanische Theorie der Rindenbewegung, der secundären Gesteinsstructuren und der Gesteinsmetamorphose enthält. In sehr eingehender und ausführlicher Weise werden erst die tektonischen Begriffe von Faltung (einfache und zusammengesetzte), Ueberschiebungs- und Unterschiebungsfaltung, Spaltung und Schiefrigkeit, ihre Beziehung zur Schichtung, Klüftung, Verwerfungen und Ueberschiebungen behandelt; ein weiteres Capitel behandelt die autoklastischen Gesteine, eine ganze Reihe von Capiteln ist dem Metamorphismus der Gesteine gewidmet. Als hiebei massgebende Factoren werden aufgeführt: Verfestigung (consolidation), Verschweissung (welding), Cementirung (cementation), Injection, Umwandlung (metasomation), Dynamometamorphismus (wofür der Autor den Terminus „mashing" gebraucht). In besonderen Abschnitten werden die Erscheinungen des Metamorphismus bei sedimentären und Eruptivgesteinen abgehandelt. Ein weiterer Abschnitt handelt von Schichtung der sedimentären Gesteine, von Basaltconglomeraten und den Kennzeichen von Discordanz (unconformity), deren hohe Bedeutung für die präcambrische Geologie von Nordamerika gebührend hervorgehoben wird.

Verhältnismässig am wenigsten Berücksichtigung finden die chemischen Verhältnisse des Grundgebirges, insbesondere auch die chemische Seite der mannigfachen Umwandlungsvorgänge, die mit der Ausbildung der Schieferstructuren verbunden sind. Sehr beachtenswert scheinen dem Referenten die Capitel über „Cleavage" und „Fissility". Das für das Verständnis der Parallelstructur so fruchtbare Riecke'sche Princip[1]), dessen geologische Bedeutung indessen auch bei uns in Deutschland noch nicht allgemein gewürdigt wird, scheint Van Hise nicht bekannt zu sein, sonst würde er es wohl citirt haben.

Wenn dieser erste Theil die theoretischen Ansichten des Autors in einer lichtvollen und hochinteressanten Darstellung entwickelt, so wird vielen der zweite Theil des Werkes, der eine gedrängte Uebersicht des nordamerikanischen Grundgebirges bringt, zur Orientirung über den Bau des Landes und die zum Theil recht

[1]) Riecke, Ueber das Gleichgewicht zwischen einem festen, homogen deformirten Körper und einer flüssigen Phase, insbesondere über die Depression des Schmelzpunktes durch einseitige Spannung. Nachr. d. kgl. Ges. d. Wissensch. zu Göttingen, 1894, Nr. 4.

Digitized by Google

complicirten und schwierigen Beziehungen der archäischen Gebiete Nordamerikas noch willkommener sein. Besondere Capitel behandeln die Stufen: Archäisch und Algonkisch, welche durch Discordanz von einander und vom Cambrium getrennt sind, sodann die einzelnen Regionen, in welchen präcambrische Gesteine beobachtet sind: den ursprünglichen „Laurentian"-District, Adirondack, Hastings, den „Huronian"-District, Lake superior, Canada, das Mississipi-Thal, die Cordilleren, die östlichen Staaten.

Ein Appendix von L. M. Hoskins bringt mathematische Deductionen betreffend Gesteinsumformung, die im ersten Theile ihre Anwendung finden.

Eine Uebersichtskarte, mehrere Profiltafeln, zahlreiche Abbildungen sind dem Bande beigegeben, welcher sich in der That als ein Supplement zu den gebräuchlichen geologischen Handbüchern darstellt.

Der Graphit, seine wichtigsten Vorkommnisse und seine technische Verwerthung. Von Dr. E. Weinschenk. Hamburg, Verlagsanstalt und Druckerei-Actiengesellschaft (vormals J. F. Richter), 1898, 50 S.

Das Schriftchen gibt eine gute Uebersicht des natürlichen Graphitvorkommens vom Standpunkte ihrer technischen Verwertbarkeit für Bleistiftfabrication, Tiegelfabrication, Galvanoplastik, als Schmiermittel und in der Gusstechnik, die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Graphits, seine Beziehungen zu Diamant und Kohle, seine künstliche Darstellung. In dem Capitel über die Bildungsgeschichte des Graphits weist der Verfasser den naheliegenden Gedanken, dass im Graphit die letzten Umwandlungsproducte organischer Lebewesen vorliegen, ähnlich wie in Kohle und Anthracit minder stark umgewandelte Ueberreste vorhanden sind, zurück, zu Gunsten einer Ansicht, wonach der Graphit der meisten und wichtigsten Graphitlagerstätten vulcanischen Ursprungs sein soll. Für diese Ansicht wird der Autor kaum viele Anhänger finden.

Elemente der Mineralogie, begründet von C. F. Naumann. 13., vollständig umgearbeitete Auflage von F. Zirkel. Leipzig, W. Engelmann, 1898.

Der zweite Theil des Werkes, dessen erster in Bd. XVII angezeigt wurde, liegt nun vollendet vor. Er bringt die Physiographie der einzelnen Mineralgattungen in der bekannten, sorgfältig auch die neuen Forschungsergebnisse verwertenden Weise. Eine zweckmässige Neuerung bringt der Versuch, statt der blossen Fundortangaben die Vorkommnisse nach geologischen Gesichtspunkten geordnet aufzuzählen.

F. Becke.

Druck von Gottlieb Gistel & Comp. in Wien.

Digitized by Google

XIV. Die Basalte der Steiermark.

(Schluss.[1])

Von **Alois Sigmund.**

6. Die Basalttuffe.

Ausser den Tuffen, die das Liegende der basaltischen Gesteine der Ost-Steiermark bilden, treten dort auch selbständige Tuffmassen auf. Die Mehrzahl derselben sind in weiten Abständen auf einem hufeisenförmigen, nach Süden zu offenen Gürtel angeordnet, der die auf einer von S. nach NO. verlaufenden Querzone aufsitzenden Basalte umschliesst, während eine central gelegene Tuffmasse sich spornartig vom trachytischen Bergmassiv bei Gleichenberg nach Süden abzweigt. Diese überwiegend dem Congerientegel aufgelagerten Tuffe bilden entweder wallartige Bergrücken oder schneepflugförmige isolirte Kuppen, welche Erosionsrelicte einstiger Kraterwälle oder grosser Aschenkegel darstellen.

Unter diesen Tuffen waren jene des central gelegenen Walles die ersten, welche petrographisch untersucht wurden; Andrae[2]) und Anger[3]) beschrieben den dem Trachyt des Sulzkogels aufgelagerten Tuff des Röhrlkogels und die sich südwärts anschließenden Tuffe der Wirberge und bestimmten jenen als Palagonittuff. Später theilte A. Penck[4]) die ersten mikroskopischen Details über diese Tuffe mit.

Ueber jene Tuffe, welche bei Klöch, am Hochstraden, am Steinberg bei Mühldorf und wahrscheinlich auch an den Kuppen bei Stein den dort auftretenden Nephelinbasanit, beziehungsweise Nephelinit

[1]) Siehe diese Mitth., Bd. XV, pag. 361, Bd. XVI, pag. 337 und Bd. XVII, pag. 526.

[2]) Jb. d. k. k. geol. R.-A., 1855, pag. 276.

[3]) Diese Mitth., 1875, pag. 171.

[4]) Z. d. d. geol. Ges., 1879, Bd. XXXI, pag. 504.

Digitized by Google

oder Limburgit unterteufen, habe ich in Nr. 1, 2, 3 und 4 dieser Abhandlung berichtet.

Im folgenden theile ich die Ergebnisse der petrographischen Untersuchung sämmtlicher Tuffvorkommnisse im oststeirischen Eruptivgebiete mit. Um im Rahmen dieses Abschnittes eine möglichst vollständige Uebersicht dieser Gesteine zu bieten, wurden auch die bereits früher beschriebenen in denselben einbezogen; das geschah aber auch deshalb, weil ich bei Klöch und am Hochstraden innerhalb der letzten Jahre neue Tufftypen auffand und die erneute Durchsicht der Schliffe aus dem älteren, bereits beschriebenen Tuffmaterial manche neue Thatsache ergab.

Bei der Aufzählung sind die Tuffvorkommnisse so angeordnet, wie sie von Süden gegen Norden aufeinander folgen.

I. Klöch.

a) Hohenwart.

Der wallartige Rücken des Hohenwart an der Ostgrenze des Eruptivgebietes von Klöch wird von einem asch- bis gelblichgrauen, deutlich geschichteten palagonitischen Tuffe gebildet. Auf diesem gedeiht eine edle Rebe, die einen Wein liefert, der das erlesene Product der Blocklava am Seindl[1]) an Feinheit noch übertrifft.

Am theilweise bewaldeten Westabhang befindet sich in der Nähe des herrschaftlichen Meierhofes ein aufgelassener, jetzt von Gebüsch überwucherter Steinbruch, in dem man ein deutliches Einfallen der Schichten nach Osten bemerkt.

An frischen Bruchflächen des Tuffes sieht man schon mit freiem Auge die zahlreichen pechschwarzen, fettglänzenden, mohnkorn- bis erbsengrossen Palagonitkörner, dann bläulichgraue Bröckchen eines porösen, basaltischen Gesteins, die in der aschgrauen, grossentheils erdigen Grundmasse eingebettet liegen; in dieser erkennt man noch makroskopische Quarzkörner, Kaliglimmer- und Biotitschüppchen, diese jedoch nur sehr selten. Die Grundmasse verbreitet beim Anhauchen einen entschiedenen Thongeruch und haftet an der Zunge.

Wenn man aus dem Tuffe herausgelöste Palagonite in Salzsäure legt, gelatiniren sie; sie sind demnach als Sideromelane zu bezeichnen.

[1]) Vergl. „Die Basalte der Steiermark. I." Diese Mitth., Bd. XV, pag. 377.

Digitized by Google

Dünnschliffe von Tuffproben zeigen nun zunächst, dass der Palagonit ausser in makroskopischen, noch viel öfter in mikroskopischen Dimensionen auftritt. Er besteht aus einem zumeist frischen, rehgrauen seltener honigbraunen Glase, in dem zahlreiche, fluidal geordnete, säulchenförmige Augitmikrolithe, grössere, corrodirte Augitkrystalle, nicht selten mit einem broncitischen Kerne, dann Olivinkrystalle, aber nur sehr spärlich Magnetitkörner ausgeschieden sind. Neben diesen unveränderten Palagonitkörnern gibt es aber auch solche von dunkelgrüner Farbe, deren hyaline Substanz in eine schmutziggrüne, schwach doppelbrechende, erdige Masse umgewandelt erscheint und deren freigewordene Ausscheidungen sich mit der umgebenden Grundmasse vermischt haben.

In den Basaltbröckchen aber sind nur sehr geringe Reste eines entfärbten Glases vorhanden, dagegen sind jene oben genannten Einschlüsse der Palagonitkörner, insbesondere aber die kleinen Augite und das Magneteisen in einer die anderen Bestandtheile stark überwuchernden Menge ausgeschieden. Demnach sind diese Bröckchen als Magmabasaltlapilli zu bezeichnen.

Zwischen den Palagonitkörnern und diesen Magmabasaltlapilli besteht also keine scharfe Grenze, beide Gebilde sind ausgespratzte Theilchen desselben Magmas auf verschiedenen Ausscheidungsstufen.

Manche Palagonitkörner und Magmabasaltbröckchen führen in diesem und in anderen oststeirischen Tuffen häufig Quarzkörner als Einschlüsse oder halten solche eingeklemmt; demnach erscheint die Annahme, diese entstammten quarzführenden, von der Eruptionsspalte durchsetzten Schichten (z. B. Schotterbänken, sarmatischen Sanden, Lehm- oder Mergelschichten) und wären bei der Ascheneruption von den Wänden der Esse ab- und mitgerissen und so dem Tuffmaterial einverleibt worden, berechtigter zu sein, als die von F. Stoliczka[1]) und R. Hörnes[2]) verfochtene, wonach diese Quarze auf fluviatile Einschwemmungen zurückzuführen seien.

Ist jene Annahme zutreffend, so erklärt sich auch die Anwesenheit der in zahlreicher Menge eingestreuten Kaliglimmerschüppchen; sie befinden sich, wie die Quarzkörnchen, in den Tuffen auf secundärer Lagerstätte.

---

[1]) Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst., 1863, Bd. XIII, pag. 21.

[2]) V. d. k. k. geol. Reichsanst., 1880, pag. 49.

Digitized by Google

Die Bestimmung des erdig erscheinenden Theiles der Grundmasse war bei diesem und allen ähnlichen Tuffen der kritische Punkt bei der Untersuchung. Nur an den dünnsten Stellen gelungener Schliffe, deren Herstellung begreiflicherweise ziemlich schwierig ist, konnte die complicirte Zusammensetzung desselben erkannt werden; als Bestandtheile dieses erdigen Cementes wurden constatirt:

1. Augitkryställchen, von denen die grössten eine Länge von circa 0·5 Millimeter erreichen, Sanduhrstructur zeigen und häufig Augitmikrolithe einschliessen, dann Bruchstücke solcher Kryställchen;

2. Augitmikrolithe, welche durch Zusetzung dunkelgrüner Palagonitkörner frei geworden, häufig sogar ihre frühere fluidale Anordnung beibehalten haben und innerhalb einer schmutziggrünen, flockigen Substanz, des Residuums der Glasmasse liegen;

3. winzige Quarzkörner und Glimmerschüppchen;

4. zerstreute Nester farblosen, krystallinischen Calcits, der sich aus Sickerwässern ausgeschieden haben dürfte;

5. stellenweise massenhaft auftretende farblose bis blassgelbe doppelbrechende Körnchen.

Während die Erklärung der erstgenannten, isolirten Augitkryställchen als ausgespratzte, intratellurische Ausscheidungen des Magmas wie jene der sub 2 bis incl. 4 genannten Bestandtheile keine Schwierigkeiten bot, war ich über die Natur der letztgenannten Körnchen lange im Zweifel. Erst als ich geschabten Mergel aus einem grösseren, aus der Tiefe emporgerissenen und im Tuffe eingeschlossenen Bruchstück mikroskopisch untersuchte und jetzt dieselben farblosen und gelblichen, doppelbrechenden Körnchen, welche zwischen gekreuzten Nicols perlgraue Interferenzfarben zeigen, nebst winzigen Quarzkörnchen und Glimmerschüppchen wie im erdigen Bestandtheil des Tuffes antraf, erkannte ich, dass jene Körnchen das einstige kalkig-thonige Bindemittel der im Tuffe eingelagerten Quarze und Glimmerschüppchen waren. Demnach entstammen sie, wie diese, in der Tiefe anstehenden Sedimentgesteinen.

Es sind also nur die Palagonitkörner und Magmabasaltbröckchen, sowie die freien Augitkryställchen echt vulcanische Bestandtheile des Tuffes, während die mit diesen gemischten Quarzkörnchen, Glimmerschüppchen und Körnchenaggregate sedimentären Ursprungs sind und sich in den Tuffen auf secundärer Lagerstätte befinden.

Digitized by Google

Es ist klar, dass die Kerntheile eines solchen ursprünglich aus lockerem Materiale aufgeschütteten Tuffkegels unter keinen Umständen primäre organische Reste einschliessen können; es wäre aber ganz gut denkbar, dass, wenn die Aufschüttung der oststeirischen Tuffe auf dem seichten Grunde des steirisch-ungarischen Congeriensees erfolgt wäre, wie dies K. Hofmann[1]) annimmt, wenigstens die peripheren Theile der flachen Tuffkegel gestrandete Reste von Thieren oder Pflanzen jenes Sees einschliessen könnten. Bisher wurden jedoch weder in diesem noch überhaupt in einem oststeirischen Tuffe irgend welche organische Reste gefunden. Die seit langem bekannten Einschlüsse eckiger, fossilführender Bruchstücke sarmatischer Gesteine kommen hier nicht in Betracht. Dieses Fehlen von Petrefacten weist eher auf eine subaerile, an den schlammigen Ufern des regredirenden Congeriensees erfolgte Ascheneruption.

Dieser palagonitische Tuff des Hohenwart stellt einen Typus dar, der nicht allein hier an der Ostgrenze, sondern auch in den anderen Theilen des Eruptivgebietes von Klöch und weiter im oststeirischen Tuffgebiete überhaupt vorherrschend auftritt (Normaltuff).

b) Seindl.

Zunächst begegnet man ihm wieder hinter dem Dorfe Klöch am Südfusse des Seindl, wo er bei der „Villa Eckhart" auf eine grössere Strecke aufgeschlossen ist. Man sieht hier eine circa 7 Meter hohe Tuffwand, — die Aussenseite eines keilförmigen Segmentes jener grossen Tuffmulde, welche in der folgenden Eruptionsepoche von einem nephelinbasanitischen Magma nicht allein gefüllt wurde, sondern über welche sich dieses auch zu einer 164 Meter hohen Kuppe aufstaute. Da dieses Magma, wie aus der Existenz der Reste eines schwammig-porösen Schlackenhutes geschlossen werden darf, reichlich mit Wasser durchtränkt, daher leicht beweglich war, erfolgte wohl local ein Ueberfliessen desselben über den Rand der Tuffmulde; dies dürfte der Grund sein, warum man den Tuff am Fusse des Seindl nur strichweise antrifft.

c) Finsterlberg und Zahrerberg (westwärts vom Seindl).

An der Mündung des Grabens zwischen dem Finsterlberg und dem Zahrerberg stehen am Fusse beider Kuppen lichtgraue, sehr

[1]) „Die Basaltgesteine des südlichen Bakony." III. Bd. d. „Mitth. aus d. Jahrb. d. k. ung. geol. Anstalt", 1879, pag. 239.

Digitized by Google

deutlich geschichtete, feste palagonitische Tuffe an. Grobkörnige Lagen, in denen Palagonit-, Magmabasalt- und Quarzkörner vorwalten und das mörtelgraue Cement zurücktritt, wechseln mit feinkörnigen, in denen das entgegengesetzte Verhältnis herrscht, ziemlich regelmässig ab, so dass die Schichten bandartig gestreift erscheinen.

Die Palagonitkörner dieses Tuffes erscheinen im Dünnschliffe verschieden gefärbt; man unterscheidet honigbraune, rehgraue mit goldgelber, isotroper Rinde, gelblichgrüne und durchaus goldgelbe Magmatropfen mit den nämlichen Ausscheidungen, welche in den Palagonitkörnern des Tuffes des Hohenwart vorkommen. Die porphyrisch ausgeschiedenen Augite bergen nicht selten Glaseinschlüsse von derselben Färbung, wie die hyaline Substanz des Palagonitkorns.

Das lichtgraue, steinharte Cement besteht zum grössten Theile aus farblosem, krystallinem Calcit. An der Peripherie der Palagonit- und Magmabasaltkörner haben sich jedoch Aggregate von farblosen, radialfaserigen Halbkugeln angesiedelt; im p. p. L. zeigen diese zwischen gekreuzten Nicols zierliche Interferenzkreuze. Diese Erscheinung, die gerade Auslöschung der mit den Enden in den Calcit hineinragenden Fasern, deren positive Doppelbrechung sowie deren Grad weisen auf Natrolith.

Wegen seiner Festigkeit und schönen Bankung eignet sich dieser Tuff zur Gewinnung von Bausteinen.

d) Jörgen.

Auch die Basis der Berge um Jörgen an der Westseite des Eruptivgebietes besteht grösstentheils aus deutlich geschichteten, palagonitischen mit sedimentärem Material gemischten Tuffen, wie sie uns vom Hohenwart bekannt sind. Sie sind in mehreren Steinbrüchen, von denen die zum Gute Halbenrain und jener der Gemeinde Jörgen gehörige die grössten sind, aufgeschlossen.

Den Tuffschichten sind hier strichweise fingerdicke, ausschliesslich aus Palagonit- und Magmabasaltkörnern bestehende Lagen eingeschaltet. Die bis erbsengrossen Körner sind von einer graulichweissen Rinde überzogen. Nur dort, wo sich die Körner berühren, haften sie aneinander; daher ist das Gefüge dieser aus rein vulkanischem Sande bestehenden Streuschichten ein sehr lockeres. Jene weisse Rinde, welche die Körnchen wenigstens theilweise cementirt, besteht,

Digitized by Google

wie die Dünnschliffe zeigen, aus Natrolith in Form von radialfaserigen Halbkugeln.

In einem Graben n. ö. von Jörgen, wo der Gemeindesteinbruch sich befindet, trifft man mit dem normalen Tuff vom Hohenwart-Typus auch einen Tuff, der auf den ersten Blick ganz das Aussehen eines aschgrauen, ungeschichteten Mergels hat. Doch stecken auch in ihm wieder Palagonit- und Magmabasaltkörner, aber nur in der Grösse eines Hirsekorns und nur in spärlicher Anzahl. Seine aschgraue Grundmasse besteht aus mikroskopischen, graulichgelben Augitkörnchen mit reichlichen Einschlüssen von Augitmikrolithen, Augitkryställchen, Glimmerschüppchen, eckigen Quarzkörnchen und farblosen, feinsten Körnchen und Flittern, die ich für Calcit halte, da das Gestein beim Benetzen mit *HCl* sehr stark braust.

e) Kindsberg-Kogel (nördl. von Klöch).

Die Tektonik dieser Kuppe stimmt mit jener des Seindl auffällig überein. Ein flacher Hügel aus Congerientegel bildet ihre Unterlage; sie selbst besteht aus einem basalen Tuffringe, dem eine mächtige, halbkugelige Nephelin-Basanitmasse aufsitzt. Von jenem Tuffringe ist ein beträchtliches Segment am nördlichen Gehänge der Kuppe auf eine weite Strecke hin aufgeschlossen; es ist ein gelblichgrauer Tuff nach dem bekannten Typus des Tuffes vom Hohenwart. Nur wiegt die Grundmasse so bedeutend vor, dass er ein sandsteinähnliches Aussehen besitzt.

Wie am Seindl kommen auch hier Reste eines schwammigporösen Schlackenhutes[1]) vor; grössere Schollen und kleinere eckige Bruchstücke desselben, welche von der steilen Kuppe abrutschten und in die am Fusse anstehenden, offenbar noch nicht verfestigten Aschenmassen fielen, wurden durch deren Material verkittet; so entstand die Blocklava-Breccie, welche in Form eines Gürtels der Aussenfläche des Tuffsegmentes anliegt.

Diese Breccie liefert einen ebenso durch seine Leichtigkeit als Festigkeit ausgezeichneten Baustein.

[1]) Bruchstücke davon sind so leicht, dass sie. auf Wasser gelegt, schwimmen.

Digitized by Google

2. Hochstraden.

Meine früheren Ausführungen[1]) über die palagonitischen Tuffe des Hochstraden kann ich jetzt durch Folgendes ergänzen:

Die Basis des Berges bilden sarmatische Schichten, und zwar Tegel und Sande; jene herrschen in den unteren, diese in den oberen Horizonten vor. Nach Dr. C. Clar's[2]) Profil des Hochstraden beträgt, von der Thalsohle an gerechnet, die Mächtigkeit dieser Schichten circa 50 Meter.

Unweit über dem Niveau der wasserführenden Cerithiensande traf ich am Nordabhange des Berges[3]) am Bachufer einen aschgrauen Tuff (1) anstehend, in dem schwarze, eckige, hirsekorn- bis haselnussgrosse Stücke eines schlackigen basaltischen Gesteins eingebettet liegen. Die erdige Grundmasse überwiegt bei weitem die Einsprenglinge. Im Dünnschliffe erwiesen sich diese als einem hauynreichen Nephelinite zugehörig, demselben Gestein, das als mächtiger Strom den Gipfel des Berges bildet. Den Nephelin konnte ich allerdings nur mikrochemisch nachweisen. Die grösseren Hauynkrystalle in diesen Lapilli sind farblos, am Rande manchesmal schwach himmelblau und schliessen hier nicht selten Häufchen von farblosen Mikrolithen ein; die kleineren Hauyne sind durchaus himmelblau; es mangelt ihnen allen jedoch das schwarze Strichnetz, welches die Hauyne der Stromfacies des Nephelinits charakterisirt. Diese Nephelinitlapilli werden hier wieder von mikroskopischen, honigbraunen oder rehgrauen, häufig vielfach gelappten oder gezackten Palagonitkörnern begleitet. Von den gewöhnlichen Ausscheidungen derselben fehlen hier die Olivine; dagegen treten hier die Magnetite viel zahlreicher auf als in den Palagonitkörnern der Klöcher Tuffe. — Die übrige Grundmasse ist jener des Normaltuffs vom Hohenwart analog; das sedimentäre Material ist hier wohl ein Mergel, da der Tuff, mit H Cl benetzt, lebhaft braust.

Dieser Tuff lässt sich längs des von der Höhe des Hochstraden kommenden Baches noch höher hinauf bis zum Wege unter der

[1]) Die Basalte der Steiermark. 2. Der Nephelinit und Palagonittuff des Hochstraden. Diese Mitth. Bd. XVI, pag. 349.

[2]) Zur Hydrologie von Gleichenberg. Vortrag. V. d. k. k. geol. Reichsanst., 1889, pag. 148.

[3]) Unweit oberhalb der Ig. Gütl'schen Mühle.

Digitized by Google

Teufelsmühle, jener wildromantischen Stelle, wo die Grenze zwischen den Tuffen und dem hangenden Nephelinitstrome aufgeschlossen ist, verfolgen. Nun ändert sich aber die Farbe der Grundmasse; sie geht aus dem früheren Aschgrau und Gelblichgrau in ein Röthlichgrau und Blassziegelroth über; der calcitische Bestandtheil der Grundmasse ist verschwunden, denn der Tuff braust jetzt nicht mehr unter Einwirkung von H Cl. Der früheren Beschreibung dieses bereits dem Contacthorizonte angehörigen ungeschichteten Tuffes füge ich noch an, dass die Palagonitkörner in diesen gegen den Schluss der Aschenerupționen geförderten Tuffen bedeutend grösser sind, als in den unteren Tufflagen; man unterscheidet an ihnen schon mit freiem Auge einen pechschwarzen, stark glänzenden Kern mit körniger Bruchfläche und eine matte, bräunliche, erdige Rinde. Im Dünnschliff zeigen die grösseren eine schön goldgelbe bis morgenrothe Farbe, wie sie auch die Palagonitkörner des Palagonittuffs am NO-Abhang des Badacson (am N-Ufer des Plattensees) besitzen. Die hyaline Substanz der kleineren Palagonitkörner ist unter Freilassung der eingeschlossenen Augite und Magnetite bereits der Zersetzung anheimgefallen.

Diesem blassziegelrothen, ungeschichteten Tuffe (2) ist eine 6 Decimeter mächtige Bank eines ziegelrothen, deutlich geschichteten, sandsteinähnlichen palagonitischen Tuffes (3) und diesem eine dünne Lage eines rothbraunen, in Brocken zerfallenen Tuffes (4), der das Liegende des in mächtige, breite, verticale Pfeiler geklüfteten Nephelinitstromes des Gipfels der Kuppe bildet, aufgelagert.

Die Textur der obersten Lage, die Constanz, mit welcher sich das rothe Band unter dem Nephelinit erstreckt, die allmähliche Abnahme der Intensität der rothen Farbe von der Contactfläche weg nach unten lassen auf eine kräftige Contactwirkung der Nephelinitlava auf den Tuff schliessen, die sich auf circa 20 Meter weit ausgedehnt haben dürfte.

Am höchsten Punkte des Bergplateaus fand ich im Walde zahlreiche Fragmente der Oberflächenfacies des Nephelinitstromes; sie sind röthlichbraun — was von den mikroskopischen zahlreichen Hauynkrystallen, die dieser Facies eigenthümlich sind, herrührt — und zeigen an ihrer Oberfläche jene tauartig gedrehten Wülste, welche die Fladenlava charakterisiren.

Digitized by Google

Inwieferne die mächtige Nephelinitmasse des Hochstraden und die Tuffe als schützende Decke der wasserführenden sarmatischen Sande eine ausserordentlich wichtige ökonomische Bedeutung für den stetig aufblühenden Curort Gleichenberg besitzen, hat bereits Herr Dr. C. Clar in überzeugender Weise in seiner Abhandlung: „Zur Hydrologie von Gleichenberg“ [1]) dargelegt.

Nur in dem einen Punkte, wo Dr. Clar von einer Wechsellagerung von Tuff und Basalt spricht, kann ich nach meinen bisherigen Beobachtungen mit ihm nicht übereinstimmen. Es ist mir keine dem Tuffe eingeschaltete Basaltdecke am Hochstraden bekannt; von den Cerithiensanden weg bis zum Nephelinite hinauf scheint nur eine ununterbrochene palagonitische Tuffmasse, deren verticale Mächtigkeit ich auf circa 120 Meter schätze, als Rest des ursprünglichen Tuffkegels anzustehen, die durch eine einheitliche, durch keinen Lavaerguss unterbrochene Ascheneruption aufgeschüttet wurde.

3. Gleichenberg.

Ueber die im Osten und Südosten des Curortes anstehenden Tuffe des Röhrlkogels und der Wirberge berichtet A. Penck [2]) im wesentlichen Folgendes:

An dem Aufbau der sandsteinähnlichen, palagonitführenden Tuffe des Röhrlkogels betheiligten sich vor allem Lapilli [3]), „Gerölle“ basaltischer und andesitischer Gesteine, Quarzkörner, Augit- und Sanidinsplitter, seltener solche von Amphibol oder Biotit. Die rehgrauen, randlich etwas zersetzten Palagonite führen neben den gewöhnlichen Ausscheidungen auch Plagioklaskryställchen. Das Cement ist theils palagonitische Substanz, theils Calcit.

Ein grauer Tuff vom Wirberge enthält weniger Lapilli, aber mehr Quarzkörner und Fragmente andesitischer und trachytischer Gesteine. Das Bindemittel ist auch hier Calcit.

Ein graues Gestein von der Krugfabrik [4]) führt endlich so wenige vulcanische Auswürflinge, dass es füglich als Sandstein

[1]) l. c. pag. 148.

[2]) Ueber Palagonit und Palagonittuffe. Zeitschr. d. d. geol. G., 1879, Bd. XXXI, pag. 545.

[3]) i. e. Palagonitkörner (A. S.).

[4]) Diese Fabrik, in welcher Steinkrüge, in denen früher das Gleichenberger Mineralwasser versandt wurde, erzeugt wurden, existirt heute nicht mehr.

Digitized by Google

gelten kann. Bestandtheile sind stark zersetzte Lapilli, Quarzkörner, Basalt-, Andesit- und Trachytbruchstücke. Unbestimmtes Cement.

Ein rother Tuff von derselben Localität ist fast ausschliesslich aus nephelinführenden Lapilli zusammengesetzt. Diese schliessen auch zahreiche Hauyne ein. Cement theils augitisch, theils palagonitisch.

Diese Tuffarten aus der Umgebung der ehemaligen Krugfabrik sind mir nicht bekannt.

Bezüglich des Palagonittuffes vom Röhrlkogel, von welchem A. Penck wie von den anderen Gleichenberger Tuffen meint, sie befänden sich auf secundärer Lagerstätte, möchte ich bemerken, dass seine körnigen Bestandtheile keine Rollungsspuren aufweisen und dass die ganz sicher auf primärer Lagerstätte befindlichen Palagonittuffe des Szigligeter Schlossberges und insbesondere des Badacson im südlichen Bakony ihm makroskopisch zum Verwechseln ähnlich sind und der letztgenannte Tuff auch mikroskopisch mit ihm im wesentlichen übereinstimmt.

4. Der Steinberg bei Feldbach.

Was ich über die Tektonik dieses Berges im XVI. Band dieser „Mittheilungen" auf pag. 352 sagte, gilt nur von dessen Westhälfte. Die Mächtigkeit der Nephelinbasaltdecke habe ich jedoch zu gering angegeben. Dieser Decke ist, wie ich nachträglich constatire, noch eine niedrige Kuppe aus schlackigem Nephelin-Basanit aufgesetzt.

Diese Westkuppe steht durch einen schmalen Rücken mit der höheren Ostkuppe in Verbindung, welche aber aus einem theils röthlichgrauen, grobkörnigen, theils aschgrauen, palagonitischen Tuff besteht, der sich weit hinunter bis zur halben Bergeshöhe verfolgen lässt. Er ist in der tiefen Erosionsfurche des über den Nordabhang in kleinen Cascaden herabstürzenden Baches und in einer circa 8 Meter hohen, senkrechten Wand unter der „Giselahöhe" aufgeschlossen. Hier sieht man auch seine Schichten bergeinwärts nach Süden fallen, während sie weiter oben, möglicherweise durch den westwärts emportauchenden Nephelinbasalt, gehoben erscheinen und mit der Flanke des Berges gegen Norden fallen. Die zahlreichen über faustgrossen Stücke schwammig porösen limburgitischen Gesteins, die auf der Westkuppe und deren Abhängen zerstreut herumliegen,

Digitized by Google

scheinen Einschlüsse des Tuffes gewesen zu sein, die durch dessen Verwitterung frei wurden.

Dieser Tuff liegt hier an der Osthälfte des Berges auf einem grünlichgelben, glimmerreichen lockeren Sande, der die untere Hälfte des Berges bildet und sowohl im Bachbette als am Fusse des Berges unweit des Schlosses Hainfeld aufgeschlossen ist.

Nach erneuter Durchsicht der Schliffe des röthlichgrauen, grobkörnigen Tuffes von der Westseite des Berges, der mit jenem oben genannten Tuffe, welcher die Ostkuppe bildet, völlig übereinstimmt, reihe ich dieses Gestein an den palagonitischen Normaltuff vom Hohenwart; nur nehmen hier zersetzte Palagonitkörner entschiedeneren Antheil an der Bildung der Grundmasse, als bei jenem.

5. Kapfenstein ($5^1/_2$ Kilometer östlich von Gleichenberg); **Hassberg, Kuruzenkogel, Wienerberg; Beilstein, Wachsenegg** (nördlich von Kapfenstein).

Dies sind jene peripheren, selbständigen Tuffvorkommnisse, welche dem östlichen, mit dem Hohenwart beginnenden Aste des hufeisenförmigen Bogens angehören, der die centralen Basaltkuppen einschliesst. Sie sind auf zwei parallelen Linien angeordnet, und zwar gehören die vier erstgenannten dem inneren, die zwei letzten dem äusseren Flügel dieses Astes an.

Trotz mancher makroskopischer Verschiedenheiten, die durch die Variabilität des Mengenverhältnisses zwischen Einsprenglingen und Grundmasse oder des Grössenverhältnisses der Einsprenglinge bedingt werden, reihen sich alle Tuffe der beiden Linien an den Normaltuff des Hohenwart.

Die weithin sichtbare 471 Meter hohe[1]) stumpfkegelförmige Kuppe bei Kapfenstein ist die Ruine eines Tuffvulcans, an dem man an centralen Partien das charakteristische, concentrisch nach einwärts gerichtete Fallen der Tuffschichten wahrnimmt. Diesen sind, wie bei Jörgen, strichweise dünne, lockere Lagen von gröberen Palagonit- und Magmabasalt-, Olivin- und Quarzkörnern eingeschaltet.

Der Reichthum dieser Tuffe an nuss- bis kopfgrossen Einschlüssen von Olivinbomben ist seit langem bekannt.

[1]) Abs. Seehöhe; die Seehöhe des am Südfusse des Berges liegenden Ortes Kapfenstein beträgt 282 Meter.

Digitized by Google

Von der Nordflanke des Kapfensteins zweigt sich ein circa 8 Kilometer langer, gegen das Raabthal streichender Rücken aus Congerientegel ab, dem die Tuffkuppen des Hassberges, Kuruzenkogels und Wienerberges aufgesetzt sind. Oestlich von diesem Rücken streicht in derselben Richtung ein zweiter mit den Tuffkuppen des Beilsteins und Wachseneggs. In den Tuffen dieser kleineren Kuppen trifft man überall bis faustgrosse Einschlüsse von Magmabasaltbomben, deren Kern aus einem Olivinknollen besteht[1]), bis 2 Centimeter grosse Amphibolkrystalle, endlich grössere Knauern eines grünlichen, glimmerreichen Sandsteins.

6. Poppendorf und Gnas.

Auch die dem westlichen Aste der Tuffcurve aufgesetzten, in dem sarmatischen Hügelzuge zwischen Poppendorf und Gnas auftauchenden Tuffe gehören grösstentheils, wie die des östlichen Astes, dem Normaltuffe an.

Sie scheinen eine bedeutende verticale Mächtigkeit zu besitzen; ich traf sie an den Berglehnen nahe der Thalsohle (z. B. beim „Grabenschneider") und konnte sie bis zur Kammhöhe des Hügelzuges verfolgen.

Ein ganz eigenartiger Tuff bildet jedoch die Kuppe des „Kaskogels" im Osten von Gnas; es ist ein hellgraues, feinkörniges, sandsteinähnliches Gestein, das zur einen Hälfte aus mohnkorngrossen, schwarzen Palagonit- und Magmabasaltkörnern, zur anderen aus eckigen, hirsekorngrossen Quarz-, Olivin-, grünen Augitkörnern und Kaliglimmerschüppchen besteht. Ich konnte bei diesem Tuffe kein „Cement" mit Sicherheit constatiren; da die Körnchen jedoch, wenn auch locker (unter einem leichten Schlag zerfällt die Gesteinsprobe zu Grus) zusammengefügt sind, ist die Existenz eines wenn auch minimalen Cementes dennoch wahrscheinlich. Jedenfalls bildet dieser

[1]) Vergl. diese Mitth., Bd. XVII, pag. 529. — Nachträglich füge ich der betreffenden Stelle an, dass die porphyrischen Augite der basaltischen Hüllen und Kappen der Olivinknollen manchmal einen farblosen Kern besitzen, der aus regelmässig miteinander verwachsenen Lamellen eines rhombischen und monoklinen Pyroxens besteht; weiters, dass die oft 3—4 Millimeter grossen Broncitkrystalle dieser basaltischen Hüllen durch einen tombakartigen Schiller auf den Spaltflächen ausgezeichnet sind. Diese Broncite, sowie jene Kerne rühren aus zerspratzten Olivinbomben her, welche die ersten Ausscheidungen des basaltischen Magmas waren.

Digitized by Google

palagonitische Tuff einen Antagonisten zu jenen viel häufiger auftretenden Tuffen, in welchen die Palagonit- und Basaltkörner nur in sehr geringer Menge auftreten und die zum grössten Theile nur aus vulcanischer Asche und sedimentärem Material bestehen. Dieser Tuff bildet also den Schluss der an dieser Stelle geförderten vulcanischen Producte.

In diesem psammitischen, palagonitischen Tuffe fand ich ein wohl erhaltenes Exemplar eines sarmatischen Cerithiums, das aus einer durchbrochenen Sandsteinschichte herrühren dürfte.

7. Rechtes Ufergelände der Raab.

a) Pertlstein.

Die sehr deutlich geschichteten Tuffe am Nordabhang des Plateaus von Pertlstein besitzen eine grünlichgraue bis dunkelgraue Grundmasse, in der mit freiem Auge sichtbare Palagonit- und Magmabasaltkörner, Quarz- und Olivinkörner eingebettet sind.

Im Dünnschliffe betrachtet erweist sich die Grundmasse aus mikroskopischen, honigbraunen und fast einschlussfreien, gelben, dann aber einschlussreichen und dunkelgrünen, stark zersetzten Palagonitkörnern, Quarzkörnchen, picotitführenden Olivinkörnern, Kaliglimmerschüppchen, Amphibolkrystallen und Bruchstücken von solchen, die mit opacitischem Saume versehen sind, zusammengesetzt. Alle diese Gemengtheile sind, wie die des aschgrauen Tuffes am Finsterlberg, durch ein vorwiegend natrolithisches, stellenweise auch calcitisches Cement untereinander verbunden.

Dieser Tuff schliesst Brocken von Nephelinbasalt, grössere Amphibolkrystalle, Schmitzen von Glanzkohle und eigrosse Olivinbomben ein.

b) Calvarienberg bei Feldbach.

Ein ganz gleicher Tuff wie der vorige bildet den Calvarienberg bei Feldbach und die diesem sich westwärts anschliessenden Hügel.[1])

Ausser oft faustgrossen Amphibol- und bis kopfgrossen Olivinbomben fand ich als Einschlüsse dieses Tuffes noch Bruchstücke eines Biotit-Andesits und eines Feldspathbasalts, von Eruptivgesteinen, von denen das erstgenannte in der nördlichen Umgebung von Gleichen-

[1]) Auf der von der k. k. geol. Reichsanstalt herausgegebenen Karte erscheint das Tuffvorkommen nur auf einen Theil des Calvarienberges beschränkt.

Digitized by Google

berg, das letztgenannte aber circa 22 Kilometer weit westlich bei Weitendorf in sehr ähnlicher Ausbildung anstehend getroffen wird.

c) Unter-Weissenbach.

Der Tuffhügel bei Unter-Weissenbach ist durch ein Thal von der eben besprochenen Tuffhügelkette im SW. von Feldbach getrennt und besteht aus einem deutlich geschichteten röthlichgrauen Tuffe, dem stellenweise schlierenartig ein graulichschwarzer Tuff eingeschaltet ist. Dieser Hügel scheint einer Flanke eines ehemaligen Kraterwalles zu entsprechen; seine Schichten fallen unter einem Winkel von circa 30° gegen Osten.

Die Schlieren des schwarzen Tuffes[1]) bestehen ausschliesslich aus theilweise stark zersetzten, im Dünnschliffe flaschengrünen Palagonitkörnern, aus Magmabasaltbrocken und spärlichen Quarzkörnern, die alle durch Natrolith cementirt sind.

Im röthlichgrauen Tuff[2]) sind die nicht so dichtgedrängten Palagonit- und Basaltkörner nicht allein durch Natrolith, der wie in den benachbarten Tuffen prächtige, mikroskopische Drusen bildet, sondern auch durch augitische Asche, der sedimentäres Material beigemengt ist, cementirt.

Als Einschlüsse traf ich hanfkorngrosse Olivinkörner, Amphibolsplitter, Olivinbomben und im schwarzen Tuffe faustgrosse, eckige Bruchstücke eines grauen, von zahlreichen Cerithien und Cardien durchspickten sarmatischen Sandsteins.

8. Auersberg.

Gegenüber dem Tuffhügel bei Unter-Weissenbach liegt am linken Ufer der Raab die Kuppe des Auersberges (407 Meter ü. d. M.), zu deren Aufbaue ausser den die Basis bildenden Congerienschichten verschiedene Arten von Tuffen beigetragen haben.

Soweit gegenwärtig die Aufschlüsse (Steinbrüche auf halber Bergeshöhe und nahe dem Gipfel) ein Urtheil gestatten, bildet ein

[1]) Möglicherweise ist dies der „schwarze Basalttuff von Feldbach, nördlich von Gleichenberg", über dessen Olivinbomben E. Hussak in A. Penck's obencitirter Abhandlung (pag. 548) referirte.

[2]) Dieser ist wegen seiner grösseren Festigkeit geschätzter als der schwarze; aus ihm werden gegenwärtig die Bausteine für die neue Pfarrkirche in Feldbach gebrochen.

Digitized by Google

röthlichgrauer, palagonitischer Normaltuff das tiefstgelegene Glied der Tuffe.

Ihm folgt ein grünlichgrauer Tuff; dieser besteht hauptsächlich aus eckigen, erbsen- bis walnussgrossen Brocken eines schaumigen Magmabasalts vom Aussehen eines Bimssteins, die verwittert eine grünlichgelbe Farbe annehmen, dann aus Palagonit- und Olivinkörnern, Broncitsplittern — die alle durch Calcit, der optisch und durch *H Cl* nachgewiesen wurde, untereinander verkittet sind. Diese Tuffe werden gebrochen und wegen ihrer besonderen Leichtigkeit für bestimmte Bauzwecke gewählt.

Auf diesem Tuff liegt eine über 1 Meter dicke graulichgelbe Tuffschichte; das Gestein hat ganz das Aussehen eines Mergels; es wird von den Steinbrucharbeitern „Leberstein" genannt, ist jedoch nicht brauchbar, da es nach einem Froste in eine Unzahl kleiner Stücke zerfällt. Es besteht fast ausschliesslich aus mikroskopischen, gelblichbraunen doppelbrechenden Körnchen, die nicht näher bestimmt werden konnten, aus grünlichen und gelblichen Augitkryställchen, sowie Spänchen und Splittern von solchen, abgerundeten Quarzkörnern, Kaliglimmerschüppchen und mohnkorngrossen, bläulichgrauen Basaltbröckchen. Es liegt hier ein Tuff vor, in dem die Einsprenglinge fast ganz fehlen und der nur aus augitischer Asche, die mit sedimentärem Material gemengt ist, zu bestehen scheint.

Im Hangenden dieses Tuffes folgen schwarze, grobkörnige Tuffe, welche aus Palagonitkörnern, mit Augitmikrolithen erfüllten Augitkrystallen und deren Bruchstücken, zahlreichen Quarz- und Olivinkörnern, sowie Broncitsplittern bestehen, die alle durch ein fast verschwindendes Aschencement verkittet sind. Sie liefern trotz dieses Umstandes gute Bausteine.

Diesen schwarzen Tuffen ist an einer Stelle eine 6 Decimeter mächtige Scholle eines emporgerissenen, sandigen, sedimentären Gesteins („Opok" genannt) eingelagert.

Merkwürdig ist eine linsenförmige Kluft, welche die vorgenannten Tuffe fast senkrecht durchsetzt und von einem gelblichgrauen Tuffe, der aus verhältnismässig wenigen grösseren, rehgrauen und zahlreichen kleineren, häufig schon zersetzten Palagonitkörnern, Augitspänchen, eckigen Quarzkörnchen und Glimmerschüppchen besteht, gangförmig ausgefüllt ist.

Digitized by Google

Noch höher oben trifft man einen deutlich geschichteten, violettgrauen oder gelblichgrauen Tuff, in dem Bruchstücke von Gneis und Olivinknollen eingebettet sind.

9. Riegersburg.

Das schneepflugförmige Felsenriff der Riegersburg, eine Landmarke der Oststeiermark, ist, wie der Kapfenstein, das Erosionsrelict eines mächtigen Tuffvulcans.

Ueber dessen Tektonik theilt Dr. C. Clar[1]) Folgendes mit: „Die beiden Gehänge des bei Riegersburg von Westen her einmündenden Grazbachthales werden von mächtigen Tufflagern gebildet, die im nördlichen Gehänge nach NW., im südlichen nach SW. fallend, mit den nach SO. fallenden Tuffen der Riegersburg sich zwanglos zu einem jetzt durch die Erosion in drei Theile getheilten Aschenkegel vereint denken lassen."

Der Tuff besteht vorwiegend aus erbsengrossen, porösen Magmabasaltlapilli und stark zersetzten, im Dünnschliff grünlichgelben Palagonitkörnern, welche entweder, wie es bei den am Südabhang des Berges anstehenden Tuffen der Fall ist, durch ein rein natrolithisches Cement oder aber, wie es bei den dem hypothetischen Krater zunächstliegenden, also zuerst geförderten am Westfusse des Riffes anstehenden Tuffen zutrifft, durch ein vorwiegend calcitisches, daneben auch palagonitisches Cement verkittet sind.

Die porphyrischen Augite in den Basaltlapilli besitzen häufig einen grünen, corrodirten Kern und eine farblose Hülle; auch treten in derselben vereinzelte Picotitsplitter mit opacitischem Saume und Plagioklasleisten auf.

In den Tuffen dieses Riffes stecken taubeneigrosse Quarzgeschiebe, Amphibolbomben und sehr häufig bis kopfgrosse Mergelknauern.

10. Stein; Stadtberge bei Fürstenfeld.

Der Mittheilung über das Vorkommen einer Scholle eines palagonitischen Tuffes an der Ostflanke der Magmabasaltkuppe bei Stein[2]) sei noch angefügt, dass in dem Tuffe neben krystallinem Calcit auch sedimentäres Material als Cement auftritt.

[1]) Mittheilungen aus Gleichenberg. V. d. k. k. geol. Reichsanst., 1878, pag. 122.

[2]) Diese Mittheilungen, Bd. XVII, pag. 533.

Digitized by Google

Die gelblich- oder aschgrauen Tuffe auf den Kämmen der Stadtberge bei Fürstenfeld sind palagonitische Tuffe nach dem Normaltypus; sie gleichen sowohl äusserlich als in mikroskopischer Beziehung auffällig den unteren Tuffen bei Gnas und jenen des Tuffvulcans bei Sitke (östl. von Kis-Czell) in Ungarn.

Die Ergebnisse der Detailuntersuchung der oststeirischen Basalttuffe lassen sich in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1. Allen oststeirischen Basalttuffen ist ein variabler Gehalt an Sideromelan- und Magmabasaltbrocken, die in den Tuffen des Hochstraden durch Nephelinitlapilli ersetzt sind, eigenthümlich.

2. Diese constanten Bestandtheile sind meistenorts in einer augitischen Asche, die sich mit Sedimentmaterial mengte, eingebettet; anderenorts bilden entweder verwitterte Palagonitkörner im Vereine mit Calcit oder mit Natrolith und Calcit, oder jedes von diesen Mineralen für sich allein das Cement. Es ergibt sich demnach, wenn man die Art des letzteren als Eintheilungsprincip wählt, folgende

Uebersicht der oststeirischen palagonitischen Tuffe.

I. Gruppe. Tuffe, deren Cement aus augitischer Asche, die *a)* mit thonigem, *b)* mit mergeligem Sedimentmaterial gemengt ist, besteht. (Normaltuffe.)

Zu *a)* gehören die Tuffe vom Hohenwart, von Klöch (Villa Eckhart), einige Tuffe bei Jörgen, der breccienähnliche Blocklava-Tuff und der Tuff am Nordfusse des Kindsbergkogels; die rothen, oberen Tuffe am Hochstraden; der Tuff des Steinberges bei Feldbach; die Tuffe von Kapfenstein, Burgfeld; der untere Tuff von Gnas.

Zu *b)* gehören: die lichtgrauen Tuffe bei Jörgen; die gelblichgrauen unteren Tuffe am Hochstraden, die Tuffe vom Wachseneck, Beilstein, Hassberg und Kuruzenkogel; die Tuffe der Stadtberge bei Fürstenfeld; der röthlichgraue und der mergelähnliche Tuff am Auersberg.

II. Gruppe. Tuffe mit vitrogenem (d. h. durch Verwitterung von Palagonitkörnern entstandenem) und calcitischem Cement: Der röthlichgraue Tuff von den Wirbergen bei Gleichenberg; der grünlichgelbe, leichte Tuff vom Auersberg; der centrale Tuff vom Westfusse der Riegersburg.

Digitized by Google

III. Gruppe: Tuffe mit calcitischem Cement: der röthlichbraune, grobkörnige Tuff vom Röhrlkogel bei Gleichenberg; der graue Tuff von den Wirbergen bei Gleichenberg (nach A. Penck).

IV. Gruppe: Tuffe mit natrolithischem Cement: die lockeren vulcanischen Sande bei Jörgen, Kapfenstein; die Tuffe bei Pertlstein, am Calvarienberge bei Feldbach, bei Unter-Weissenbach[1]), vom peripheren Theil (Südabhang) der Riegersburg; der sandsteinähnliche Tuff vom Kaskogel bei Gnas (?).

V. Gruppe. Tuffe mit natrolithischem und calcitischem Cement: Die lichtgrauen Tuffbänke des Finsterl- und Zahrerberges.

3. Der absolute Mangel an Versteinerungen, das häufige Fehlen einer Schichtung, die Verbindung eines Theiles der Tuffe mit sicher subaerilen basaltischen Gesteinen und der Umstand, dass die selbstständig auftretenden Tuffe entweder auf demselben oder gar einem höheren Niveau anstehen, wie die Basalte, das Fehlen von Rollungsspuren an den intratellurischen Elementen der Tuffe weisen auf eine subaerile Entstehung der Tuffe hin.

Rückblick.

Die vulcanische Thätigkeit in der Oststeiermark wurde in der Mitte der sarmatischen Epoche[2]) mit der Förderung rhyolithischer, trachytischer und andesitischer Laven eingeleitet, welche, erstarrt, den Dom des Gleichenberger Kogels und das denselben umgebende kuppige Bergland bildeten.

Die extensivste und intensivste Entfaltung der vulcanischen Energie trat in diesem Gebiete jedoch erst nach dem Rückzuge des Congeriensees[3]) ein, als mächtige Aschenmassen sowohl nördlich und südlich vom trachytischen Eruptionscentrum, als auch im Um-

[1]) Den röthlichgrauen Tuff von Unter-Weissenbach könnte man auch zur ersten Gruppe zählen.

[2]) Siehe D. Stur, Geol. d. Steiermark, pag. 607.

[3]) Die ersten basaltischen Lapilli sollen nach Angabe Dr. C. Clar's (vergl. Prof. E. Ludwig's cit. Abhandlung: Chemische Untersuchung der Constantinquelle in Gleichenberg) schon während der sarmatischen Periode ausgeworfen worden sein und sich mit den marinen Sedimenten am Südfusse des Trachytdomes vermengt haben; ich habe diese Tuffacies — die einen Tuffit darstellen würde — nicht kennen gelernt.

Digitized by Google

kreise ausgeworfen wurden; diese bildeten flache Tuffkegel, von denen einige eine Höhe von ca. 200 Meter erreichten.

Obwohl sich diese Aschenerupționen auf einem verhältnismässig grossen ovalen Felde, dessen Längsaxe (Klöch-Fürstenfeld) ca. 22 Kilometer und dessen Queraxe (Gnas - Kapfenstein) ca. 11 Kilometer beträgt, vertheilten und bei dem wechselreichen Verlaufe einer Aschenerupțion auch die Constitution der den einzelnen Phasen des Ausbruchs entsprechenden Aschenschichten eines Streukegels sich mehr oder minder stetig änderte, besitzen die oststeirischen Tuffe im grossen und ganzen ein zwar ziemlich einförmiges, doch eigenthümliches Gepräge: es sind durchwegs palagonitische Tuffe, in denen bald die grösseren Auswürflinge, nämlich Sideromelan- und Magmabasalt-, resp. Nephelinitlapilli, bald das Cement, u. zw. meistens augitische, mit Sedimentmaterial gemengte Asche, Calcit oder Natrolith vorherrschen.

Diesen Aschenerupționen folgten an den vier, in der Richtung von *S* nach *NNO* aufeinanderfolgenden Essen bei Klöch, des Hochstraden, bei Mühldorf und bei Stein Ausbrüche basaltischer Laven, welche, die Krater der ursprünglichen Tuffvulcane erfüllend und die Ränder derselben überfliessend, erstarrt Kuppen (Seindl, Kindsbergkogel, Hochstraden-Kogel, bei Stein), Ströme und Decken (am Seindl, Steinberg und Hochstraden) bildeten. Ob auch die isolierte, am weitesten gegen Westen vorgeschobene Basaltkuppe von Weitendorf ein „gemischter Vulcan" ist, d. h. eine Tuffbasis besitzt, konnte wegen des Mangels an Aufschlüssen bislang nicht eruirt werden.

Die mikroskopische Untersuchung der oststeirischen Basaltgesteine ergab, dass die normal, d. h. im Innern der Kuppen und Ströme erstarrten Gesteinspartien im Eruptionsgebiet von Klöch einem Nephelinbasanit mit überwiegendem Augitgehalte, die Oberflächenfacies daselbst, nämlich die Blocklava des Seindl und Kindsbergkogels, einem Basanitoid (Bücking), das Gestein des Hochstraden einem hauynreichen Nephelinite[1]), die Gesteine des Steinberges bei

[1]) H. Rosenbusch bezeichnet in seinem Werke: „Elemente der Gesteinslehre", 1898, pag. 356, dieses Gestein als Hauynophyr; obwohl dasselbe nach den dort mitgetheilten Analysen dem Hauynophyr von Melfi und dem vom Covão-Krater, S. Antão, Capverden, in mancher Beziehung näher steht, als dem typischen Nephelinit vom Katzenbuckel, so finde ich doch, mit Rücksicht darauf, dass sich in dem Gesteine Nephelin und Hauyn, was ihre relative Menge anbelangt, die Wage halten, meine ursprüngliche Bezeichnung als Nephelinit für angemessener als die, welche Rosenbusch dem Gestein verlieh.

Digitized by Google

Feldbach einem Nephelinbasanite, resp. Nephelinbasalte, das Gestein der kleinen Kuppen bei Fürstenfeld einem Magmabasalt und jenes bei Weitendorf einem Feldspathbasalt angehören.

Diese petrographische Verschiedenheit der basaltischen Gesteine der oststeirischen Eruptivprovinz lässt sich auf Spaltungsvorgänge innerhalb des localen Magmas zurückführen, deren Erörterung nach der Darlegung der innigen Beziehung zwischen dem steirischen und ungarischen Eruptionsgebiet am Schlusse folgen soll.

Der im wesentlichen sowohl in den Grenzfacies als in den Kerntheilen der basaltischen Producte der Oststeiermark sich gleich bleibende petrographische Charakter weist aber darauf hin, dass nach dem Ergusse keine nennenswerten Spaltungsvorgänge in den einzelnen derselben stattgefunden haben. Dass jene Producte jedoch in verschiedenem Masse von Wasser durchtränkt waren, beweist das Auftreten typischer Blocklava am Gipfel und an den Abhängen des Seindl und des Kindsbergkogels und jenes von Fladenlava an der Oberfläche der Ströme am Hochstraden und am Steinberge bei Feldbach.

Die Förderung basaltischer Gesteine bildete den Schluss der vulcanischen Thätigkeit in der oststeirischen Eruptionsprovinz; als deren letzte Spuren jedoch sind die Säuerlinge von Radein, Klapping, Straden und Gleichenberg zu betrachten.

Dieselbe begann also mit der Förderung saurer Producte und endete mit dem Ergusse basischer Laven.

Dies wäre demnach ganz „l'ordre habituel" im Sinne Michel Lévy's[1]), welchem, wie bekannt, auch die Eruptionsproducte in Ungarn und Siebenbürgen, in Italien (Euganeen, phlegräische Felder, Ponza, Ischia) auf Island, in der Auvergne, in Mexiko u. a. O. folgen.

Dass jedoch die steirischen Eruptivmassen ebenso wenig wie die letztgenannten in ihrer Reihenfolge einem allgemein giltigen Gesetze folgten, geht u. a. aus der Erfahrung hervor, dass die umgekehrte Reihenfolge (basisch-sauer) vielleicht ebenso häufig in anderen Eruptionsgebieten angetroffen wird. Ich erinnere hier nur an die Resultate der Untersuchungen Prof. J. Hibsch's im böhmischen Mittelgebirge, wonach dort zuerst Nephelin- und Feldspathbasalte, dann tephritische Gesteine und Essexite, endlich phonolithische und

[1]) Classification des magmas des roches éruptives. Bull. d. l. soc. géol. d. France, 1897, T. XXIV, pag. 326—377.

Digitized by Google

trachytische Gesteine gebildet wurden. In neuester Zeit hat W. C. Brögger[1]) gegen diesen „ordre habituel" Stellung genommen, indem er auf die Ergebnisse seiner Forschungen im Eruptivgebiete von Kristiania, die sich allerdings nur auf Tiefengesteine beziehen, auf die von Arch. Geikie mitgetheilten Resultate der Untersuchung der alten Vulcane Grossbritanniens, die Eruptionsfolge im Gebiete von Predazzo und in den chilenischen Anden hinwies. Nur scheint mir, als ob der ausgezeichnete norwegische Forscher, vielleicht im Banne seiner von ihm verfochtenen Differentationstheorie, die Lehre von der angeblich gesetzmässigen Reihenfolge: basisch-sauer, wenn auch nicht so exclusiv, wie Michel-Lévy die entgegengesetzte, begünstige — während doch nach der Erwägung aller vorliegenden Ergebnisse auf eine völlige Aequivalenz beider Reihenfolgen geschlossen werden muss.

Um eine Uebersicht über die chemische Zusammensetzung der oststeirischen Eruptivgesteine zu gewinnen, stellte ich in der folgenden Tabelle I die in verschiedenen Zeitschriften und zu verschiedenen Zeiten publicirten Resultate der chemischen Analysen, nach absteigendem SiO_2-Gehalt geordnet, in der Tabelle II die für dieselben Gesteine auf 100 umgerechneten Metallatomverhältnisse zusammen.

Tabelle I.

	I.	II.	III.	IV.	V.
SiO_2	73·39	61·54	61·44	60·25	57·17
TiO_2	—	—	—	—	—
Al_2O_3	14·12	15·97	17·08	19·51	16·90
Fe_2O_3	0·77	1·93	3·67	3·07	—
FeO	0·67	2·98	2·42	2·06	8·50
MgO	0·29	0·82	1·14	2·11	1·90
CaO	1·25	5·52	6·21	5·89	6·30
Na_2O	3·66	4·48	4·06	3·72	1·00
K_2O	4·47	4·55	3·86	4·33	3·90
H_2O	1·22	1·39	2·04	0·61	3·38
P_2O_5	—	—	—	—	—
SO_3	—	—	—	—	—
Cl	—	—	—	—	—
CO_2	—	2·43	—	—	—
	99·84	101·61	101·92	101·55	99·05

[1]) Die Eruptivgesteine des Kristianiagebietes; III. Das Ganggefolge des Laurdalits. Videnskabsselskabets Skrifter, 1898, I, M.-N. Kl., pag. 342—347.

Digitized by Google

	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
SiO_2	54·08	46·76	44·15	42·76	40·99
TiO_2	1·44	Spur	0·84	1·83	2·41
Al_2O_3	16·39	17·93	15·41	11·57	16·50
Fe_2O_3	11·62	5·33	20·85	16·94	10·62
FeO	4·18	5·62	—	—	$MnO = 0·35$
MgO	Spur	7·31	8·56	2·10	3 29
CaO	4·91	8·24	4·54	2·22	12·63
Na_2O	1·96	3·53	4·48	10·62	5·95
K_2O	2·31	2·20	0·31	3·25	2·36
H_2O	3·61	1·83	—	4·23	2·63
P_2O_5	Spur	—	0·83	0·88	0·89
SO_3	—	—	—	—	0·64
Cl	—	—	—	—	0·36
CO_2	—	1·33	—	—	—
	100·50	100·08	100·17	100·30	99·62

Tabelle II.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
Si	69·5	58·1	57·2	55·3	56·9	57·0	44·2	41·9	41·2	39·8
Ti	—	—	—	—	—	1·1	—	0·6	1·3	1·6
Al	15·7	17·7	18·7	20·8	19·6	20·6	19·7	17·3	13·1	18·8
Fe	1·0	3·7	4·4	3·6	7·1	9·3	8·2	14·9	15·2	7·7
Mg	0·4	1·2	1·6	2·8	2·8	—	10·4	12·2	3·0	4·9
Ca	1·3	5·6	6·2	5·8	6·7	5·3	8·3	4·6	2·5	13·1
Na	6·7	8·2	7·3	6·6	1·9	3·6	6·5	8·2	19·8	11·2
K	5·4	5·5	4·6	5·1	5·0	3·1	2·7	0·3	3·9	2·9

I. Quarztrachyt, Gleichenberg, Anal. v. H. Frisch. Diese Mitth. 1877, pag. 277.

II. Trachyt, Gleichenberg, Villa Schuh; Jos. Utschik. Diese Mitth. 1877, pag. 277.

III. Trachyt, Gleichenberg; A. Smita. Diese Mitth. 1877, pag. 277.

IV. Andesit, Gleichenberg; F. Salzer. Diese Mitth. 1879, I. Bd., Neue Folge, pag. 370.

V. Augitandesit aus der Klamm bei Gleichenberg; Morlot, Roth. Gest. Anal. I., pag. 19, 1861.

VI. Feldspathbasalt, Weitendorf; G. Untchj. Mitth. d. nat. Ver. f. Steiermark, 1872.

Digitized by Google

VII. Magmabasalt, Stein bei Fürstenfeld; R. v. Zeynek. Diese Mitth., 1897, Bd. XVII, pag. 534.[1])

VIII. Basaltlava (Basanitoid), Klöch; G. Untchj. Mitth. d. nat. Ver. f. Steiermark, 1872.

IX. Dichter Basalt (Nephelinbasanit), Klöch; G. Untchj. Mitth. d. nat. Ver. f. Steiermark, 1872.

X. Hauynreicher Nephelinit, Hochstraden; A. Jäger. Diese Mitth., 1896, Bd. XVI, pag. 347.

Diese Analysenreihe ist, was insbesondere die sauren Gesteine anbelangt, ziemlich vollständig; es fehlen nur Analysen des in allen oststeirischen Tuffen auftretenden Sideromelans, des Nephelinbasanits und Nephelinbasalts vom Steinberge bei Feldbach. Bezüglich der Verlässlichkeit der Analysen VI, VIII und IX obwalten jedoch begründete Bedenken, wie dies aus dem folgenden Gutachten, das ich Herrn Professor Dr. F. Becke verdanke, erhellt:

„Die Analysen VII und X entsprechen recht gut den Basalten, welche auf *S*-Magmen zurückzuführen sind. Ihr gegenseitiges Verhalten gibt zu folgenden Bemerkungen Anlass: Das relativ hohe *Mg* bei VII ist im Einklang mit dem Ueberwiegen des Olivins und der Metasilicate. Auch wenn das Gestein völlig auskrystallisirt wäre, hätten Feldspathe und feldspathähnliche Minerale keine grosse Rolle zu spielen gehabt. Das entgegengesetzte Verhältnis: niedere Zahl von *Mg*, hohe $Na + K$— Zahl in X führt herbei:

1. Armut oder Fehlen von Olivin, der nur bei reichlichem *Mg*-Gehalt krystallisiren kann;

2. das reichliche Auftreten von Nephelin und anderen Feldspathvertretern, zu denen es kommen muss, da der *Si*-Gehalt sehr niedrig, und nur wenig Basen durch Olivin in *Si*-armer Verbindung gebunden wurden.

Die Analysen VI und IX passen recht schlecht zur mikroskopischen Analyse. Nr. VI hat enorm hohes *Si* (57) für einen Basalt und die fehlende *MgO* in einem olivinreichen Gestein lässt nur folgende Annahmen zu: entweder ist die Analyse schlecht oder das analysirte Stück war sehr zersetzt (vielleicht verkieselt).

---

[1]) Die Analysen I, II, III, IV und VII wurden im Laboratorium des Herrn Prof. E. Ludwig ausgeführt.

Digitized by Google

Die Analyse IX ist sicher schlecht. Nehmen wir die *MAZ*: 3·9 *K* verlangen — in welcher Form immer sie vorhanden sein mögen — 3·9 *Al* zur Bindung. 19·8 *Na* verlangen, ob sie als Nephelin oder Albitsubstanz auftreten, 19·8 *Al*. Das gibt ein Erfordernis von 23·7; die Analyse gibt 13·1! Man müsste annehmen, dass 10 *Na* circa als Aegirin mit *Fe* verbunden seien und hätte dann doch kein *Al* übrig, um die Anorthitsubstanz zu bilden, die doch vorhanden sein muss, da basischer Feldspath nachgewiesen wurde. Auch die Analyse VIII ist nicht sehr vertrauenerweckend. Dagegen stimmen die neueren Analysen VII und X recht gut mit den an die *S*-Magmen anzuschliessenden Basalten."

Nach diesen Erwägungen gestatten also die Analysen VI, VIII und IX keinen sicheren Einblick in die chemischen Verhältnisse der betreffenden Gesteine und können demnach auch nicht weiter verwertet werden. Eine erneute chemische Analyse des Nephelinbasanits von Klöch, sowie seiner Oberflächenfacies, des Basanitoids vom Seindl, weiters des Feldspathbasalts von Weitendorf wäre neben einer Analyse des chemisch bis jetzt noch nicht untersuchten Sideromelans eine ebenso wünschens- als dankenswerte Unternehmung.

Zum Schlusse sollen noch die Beziehungen erörtert werden, welche zwischen den basaltischen Gesteinen der Oststeiermark und jenen des benachbarten ungarischen Eruptionsgebietes bestehen.

Die oststeirische Vulcanreihe ist die westlichste jener grossen vulcanischen Zone, die das ungarisch-steirische Neogenbecken vom Südabhang der Karpathen bis zum Ostrand der Alpen[1]) durchzieht.

An sie reiht sich im Osten das Vulcansystem des Bakony, dessen Centrum auf innere Senkungsfelder der schollig zerstückelten, vorwiegend aus triadischen Schichten aufgebauten Bakonykette fällt und eine mit dem Nordufer des Plattensees parallel streichende Längszone von circa 40 Kilometer Länge bildet; bezieht man jedoch die isolirten vulcanischen Vorposten, welche dieser Längszone gegen Nordwesten zu vorgelagert sind, in die Bakonygruppe ein, so ge-

[1]) Jenseits der Koralpe taucht bei Kollnitz im Lavantthale noch eine isolirte, circa 50 Meter hohe Feldspathbasaltkuppe empor (siehe C. Prohaska, B. von Kollnitz, S. W. A. 1885, Bd. XCII, pag. 20); ob diese noch jener Zone angehört oder nicht, ist eine offene Frage.

OF THE UNIVERSITY
Digitized by Google

staltet sie sich zu einer mächtigen, gegen NW. streichenden Querzone, welche sich vom Nordufer des Plattensees über das Congerienland bis zur steirisch-ungarischen Grenze erstreckt. — Die östlichste Gruppe bilden die jenseits der Donau in der Nähe der nordungarischen Trachytstöcke nordöstlich von Waitzen auftretenden isolirten Basaltkuppen und Gänge, die einer von *NNO* nach *SSW* streichenden Hauptspalte aufsitzen. Es sei gleich hier hervorgehoben, dass der Feldspathbasalt dieser Gruppe eine auffallende petrographische Aehnlichkeit mit dem am weitesten nach Westen vorgeschobenen Basalte der steirischen Gruppe, jenem von Weitendorf, besitzt.

Nach den übereinstimmenden Berichten ungarischer Geologen erscheinen die Waitzner und Bakonyer Basaltgesteine — wie die steirischen — dem Congerientegel aufgelagert. Nur meint K. Hofmann, der verdienstvolle Erforscher des Bakonyer Basaltgebietes, dass die Eruptionszeit der Basalttuffe des Bakony, welche, wie in der Oststeiermark, die basaltischen Ausbrüche einleiteten, wegen gewissen Thatsachen, unter denen die Einschaltung papierdünnen, grünlichen glimmerigen Thones im Tuffe des Sági hegy bei Kis-Czell[1]), die stets sehr deutliche Schichtung der Tuffe[2]) und der reichliche Gehalt an Palagonit[3]) des palagonitischen Tuffes von Szigliget als die wesentlichsten hervorgehoben werden, an das Ende der Ablagerungszeit der Congerienstufe, aber noch innerhalb des Congeriensees zu verlegen wäre.[4]) Nur bei den zwei kleinen, selbständigen Tuffhügeln — dem Kopasztetö und der Kis-hegyestö bei Köves-Kállya gibt K. Hofmann die Möglichkeit einer subaerilen Aufschüttung zu.[5]) Von diesen hat jedoch, wie aus der Generalstabskarte ersichtlich ist, der erste eine Seehöhe von 294 Meter, der zweite von 239 Meter und in einem gleichen Niveau stehen die Tuffe am benachbarten Badacson, am Szt. György hegy und am Szigligeter Schlossberg (242 Meter) an, weshalb nicht einzusehen ist, warum nicht auch für diese Tuffe eine subaerile Entstehung gelten soll. Jene Lagen glimmerigen Thones im Tuffe des Sági hegy können eben so gut von

[1]) Vergl. K. Hofmann, „Die Basaltgesteine des südlichen Bakony", pag. 124.
[2]) l. c. pag. 122 u. pag. 173.
[3]) l. c. pag. 123 u. pag. 182.
[4]) l. c. pag. 122.
[5]) l. c. pag. 122.

Digitized by Google

einer Schichte, welche bei der Eruption durchbrochen und dabei fein zerstäubt wurde, herrühren; ich fand Knauern und Schmitzen eines ganz gleichen Thons in den Tuffen des Beilsteins S. von Fehring. Dass eine deutliche Schichtung von Tuffen durchaus nicht immer die Folge eines Absatzes aus Wasser sein muss, weiss man seit langem; die sicher subaerilen Tuffe von Herculanum, der Peperino vom Albaner See[1]) sind ja auch geschichtet. Uebrigens traf ich sowohl in Ungarn als in Steiermark häufig ungeschichtete Tuffe in Gesellschaft von geschichteten. Dass der Palagonit im Szigligeter Tuffe nicht durch die Einwirkung des Wassers auf fein zerstiebtes Aschenmaterial entsteht, wie K. Hofmann annimmt, braucht hier nicht eigens widerlegt zu werden; es ist erwiesen, dass der Palagonit primäre Aschentheilchen und Lapilli darstellt. Und wie lässt sich mit K. Hofmann's Annahme die Thatsache des auch bei den ungarischen Tuffen constatirten absoluten Mangels an organischen Resten[2]) vereinen? Ich glaube daher auch bei den ungarischen wie bei den steirischen Tuffen eine subaerile Entstehung annehmen zu müssen.

Was den petrographischen Charakter der steirischen und ungarischen Basalttuffe betrifft, so bin ich auf Grund persönlicher Beobachtungen im Tuffgebiet des Bakony und nach Durchsicht der von K. Hofmann angelegten Sammlung von Tuffen des Bakony im Museum der königlichen ungarischen geologischen Anstalt in Budapest, die ich dem liberalen Entgegenkommen des k. ungarischen Sectionsgeologen Herrn Dr. Thomas von Szontagh verdanke, zur Ueberzeugung gelangt, dass in der That, soweit ich das zur Vergleichung herangezogene Material kenne, eine auffällige Uebereinstimmung der typischen Arten sowohl in makro- als mikroskopischer Hinsicht herrscht. Auch bei der Bildung der Mehrzahl der ungarischen Basalttuffe spielten, wie bei den steirischen, eckige oder nur geringfügige Rollungsspuren aufweisende Palagonit- und Basaltlapilli in sehr variabler Menge einerseits, augitische mit sedimentärem Material gemengte Asche als Cement andererseits die Hauptrolle. Beispielsweise fand ich die röthlichgrauen, palagonitischen Tuffe bei Kövago Oers (in der Budapester Sammlung) und Klöch,

[1]) Vergl. Poulett Scrope, Ueber Vulcane, 1872, pag. 182.

[2]) K. Hofmann, Die Basaltgesteine etc., pag. 183.

Digitized by Google

die grauen, glimmerführenden, relativ wenige, aber grosse schwammige Basaltlapilli einschliessenden Tuffe von Gercze und vom unteren Tuffhorizont des Hochstraden, die Tuffe mit den Olivinbomben von Miska und Kapfenstein, jene von Sitke und den Stadtbergen bei Fürstenfeld zum Verwechseln ähnlich. Dasselbe gilt auch bezüglich der grobkörnigen palagonitischen Tuffe bei Szigliget und am Badacson einerseits, des Röhrlkogels andererseits; doch stehen sich die beiden letztgenannten wegen ihres calcitischen Cementes noch näher.

Auch die tektonischen Verhältnisse der Basalttuffe des Bakony sind jenen der Oststeiermark überraschend ähnlich. Wie hier, treten sie entweder als Sockel fester Basaltmassen oder als selbständige, noch ziemlich gut erhaltene Tuffkegel mit nach einwärts gerichtetem Fallen der Schichten oder als flache Tuffwälle auf, die wahrscheinlich Rudimente ehemaliger Kraterränder sind.[1])

Wie die meisten steirischen Basalttuffe schliessen auch manche ungarische, wie die von Szt. Bákálla, Sitke, Miska und Szigliget, Olivinbomben, jene von Királykö-Feketehegy und vom Südfuss des Kopasztetö Amphibolbomben ein.

Während aber in der Oststeiermark die Basalttuffe, sowohl hinsichtlich ihrer Verbreitung als ihrer Massenentwicklung die festen basaltischen Gesteine bedeutend übertreffen, herrscht im Basaltgebiete des südlichen Bakony gerade das umgekehrte Verhältnis. Eigentliche Domvulcane im Stile der prächtigen, mitten in der Puszta emportauchenden zuckerhutförmigen Halàp- und Gulács hegy in der Bucht von Tabolcza, oder solche riesige Basaltmassen, wie der flachkegelförmige Agartetö gibt es in der Oststeiermark gar nicht; auch bei den „gemischten Vulcanen" des Bakony, wie beim Kabhegy (dem mächtigsten dieser Eruptivprovinz), dem Szt. György hegy, dem Badacson, dem Czobancs, dem grossen und kleinen Schomlauer Berg, dem Sági hegy treten die die Basis dieser Berge bildenden Tuffringe gegenüber den ansehnlichen, brotlaibförmigen

[1]) Ich besuchte (im August 1897) auch den von K. Hofmann (Basaltgesteine, 1879, pag. 150) als „wahrhaft classische Vulcanruine" bezeichneten Tuffhügel bei Sitke; es ist wohl möglich, dass er seit dem Besuche jenes Forschers durch fortgesetzte Steinbrucharbeit manches von seinen „classischen" Formen eingebüsst haben mag; sicher ist, dass man in seinen beaux restes, wie in denen der meisten steirischen Tuffwälle, doch nur mit Aufwendung eines nicht unbeträchtlichen Masses von Phantasie, die Rudimente eines alten Kraters erblicken kann.

Digitized by Google

Basaltmassen, welche diesen aufruhen, in den Hintergrund, während dieses Verhältnis, wie es mir scheint, nur am Seindl und am Kindsbergkogel auftritt, und sich an der Westkuppe des Steinberges bei Feldbach und besonders am Hochstraden Tuff und Basalt die Wage halten dürften.

Ich gehe nun zur Vergleichung der festen Basaltgesteine beider Eruptivprovinzen über.

Was zunächst die makroskopische Structur der ungarischen Basalte anbelangt, so sind auch hier wie bei jenen der Oststeiermark die Kerne der grösseren Kuppen und Plateaux anamesitisch, die Oberfläche schwammartig porös entwickelt; die Blocklavastücke, welche ich am Gipfel des Badacson und am Nordabhang des Szt. György hegy sammelte, sind jenen vom Gipfel des Seindl und vom Nordabhang des Kindsbergkogel völlig gleich. Als Fladenlava erstarrten schliesslich, wie am Hochstraden und am Steinberge, die unbedeutenden Basaltmassen der tuffreichen Vulcane Hegyesd und Szigliget, sowie die bedeutenderen der Domvulcane.

Auf pag. 191 seiner „Basaltgesteine des südlichen Bakony" bezeichnete K. Hofmann diese als Feldspathbasalte; an einer späteren Stelle (pag. 225) erklärte er jedoch, „dass sie neben ihrem Plagioklasgehalte in allen vollkommen entglasten Proben Nephelin constant in ziemlich reichlicher Menge führen" und „in Rücksicht ihres Gemenges eine Uebergangsstelle von den Feldspathbasalten zu Zirkel's Nephelinbasalten einnehmen".

Aus den überaus klaren und anschaulichen Darstellungen K. Hofmann's und nach Durchsicht einer Anzahl von Dünnschliffen gelangte ich zu dem Schlusse, dass die überwiegende Mehrzahl der Basaltgesteine des südlichen Bakony, wie jene des Eruptivgebietes bei Klöch und am Steinberge bei Feldbach, der Familie der Basanite angehört und den Gesteinen, die heute als Nephelinbasanite bezeichnet werden, entspricht. Der Rest jedoch, nämlich die der Blocklava des Seindl analoge Oberflächenfacies des Nephelinbasanits des Szt. György hegy und anderer Basaltberge, die Fladenlava des Hegyesd und der den Palagonittuff des Szigligeter Schlossbergs durchbrechende Gang gehört den Basanitoiden (Bücking) an.

Von den Nephelinbasaniten der Oststeiermark unterscheiden sich aber jene des Bakony in erster Linie dadurch, dass in ihrer

Digitized by Google

Grundmasse der Feldspath den Augit an Menge übertrifft, während bei jenen bekanntlich das umgekehrte Verhältnis herrscht.

Ausserdem tritt das Titaneisenerz in den Basisgesteinen der Nephelinbasanitkuppen des Bakony in viel schärfer charakterisirten und daher leichter bestimmbaren Krystallen auf, als in den gleichortigen der oststeirischen Basanite, z. B. in dem im Bachbette der Klöcher Klause anstehenden Gesteine und im Basisgestein des Kindsbergkogels, wo ich jenes Erz erst nach Abschluss meiner Abhandlung über den Nephelinbasanit bei Klöch bei nochmaliger Durchsicht der Schliffe constatiren konnte.

Dem Bakony fehlen jedoch gänzlich echte Feldspathbasalte, wie einer bei Weitendorf in der Mittelsteiermark ansteht, ein Nephelinit mit dem reichen Hauyngehalte, wie er am Hochstraden kuppen- und deckenbildend auftritt und ein echter Limburgit, wie ihn die Kuppe bei Fürstenfeld aufweist.

Die petrographische Verschiedenheit der Gesteine des steirisch-ungarischen Eruptivgebietes können wir auf Spaltungsvorgänge innerhalb des localen Magmas zurückführen und uns dieselben so vorstellen:

Das Weitendorfer Gestein, das territorial und petrographisch unter den steirischen Basaltgesteinen eine exclusive Stellung einnimmt, entstammt, wie jenes der Eruptivprovinz von Waitzen, z. B. vom Czereghegy[1]), mit dem es in petrographischer Beziehung so auffällig übereinstimmt, einem relativ saureren Magmatheile, das sich von der Peripherie des grossen steirisch-ungarischen Magmas abspaltete, an zwei getrennten, diametral und schief gegenüberliegenden Punkten ausbrach und sich als Feldspathbasalt verfestigte. Der Magmarest differenzirte sich in zwei Kerne, einen saureren und einen basischeren, von denen der erste auf den Spalten der Bakonykette aufstieg und als Nephelinbasanit mit vorherrschendem Plagioklasgehalte erstarrte; aus dem zweiten westlichen schälte sich ein neuer

[1]) Das Gestein des Czereghegy wird von A. Koch als Augit-Andesit bezeichnet. Ich halte es jedoch deswegen für einen Feldspathbasalt, da ausser dem überwiegenden Plagioklas und dem Augit auch noch Olivin in Krystallen und Körnern, die allerdings schon zu einem lichtgrünen Minerale umgewandelt sind, und sehr reichliches Titan- und Magneteisenerz seine wesentlichen Bestandtheile bilden.

Digitized by Google

an SiO_2 und *Mg* ärmster Kern heraus, der am Hochstraden ausbrach und sich als hauynreicher Nephelinit verfestigte, während seine restlichen, polaren Theile einerseits bei Klöch, andererseits bei Mühldorf empordrangen und als Nephelinbasanit mit überwiegendem Augitgehalte erstarrten. Ein äusserster, nordwärts gelegener, kleiner Theil brach bei Fürstenfeld aus; in ihm unterblieb wegen des in engster Beziehung zu der kleinen geförderten Masse stehenden relativ raschen Ganges der schliesslichen Erstarrung die Ausscheidung des Nephelins und sogar die des Feldspaths, so dass es nur zur Bildung eines Magmabasaltes kam.

Wien, August 1898.

Digitized by Google

XV. Ueber eine zum Schneiden von Meteoreisen geeignete Maschine.

Von E. Cohen.

Seit einem halben Jahre benutze ich zum Schneiden von Meteoreisen eine von den Herren Händel & Reibisch in Dresden [1]) bezogene „Metallsägemaschine mit drehbarem Schraubstock", und da die Resultate durchaus befriedigend ausgefallen sind, darf ich wohl annehmen, dass den Fachgenossen eine kurze Mittheilung erwünscht sein wird. Die beigefügte Abbildung, für welche die genannten Herren das Cliché freundlichst zur Verfügung gestellt haben, wird besser, als eine ausführliche Beschreibung, die allgemeine Construction veranschaulichen.

Die für den vorliegenden Zweck getroffenen Veränderungen sind geringfügig. Fortgelassen wurde der beim Zerschneiden von Stangen dienende Auflageständer; ferner der unten in der Zeichnung isolirt liegende, mit der veränderten Einspannvorrichtung nicht zu verwendende Einsatzbacken; schliesslich — da meine Maschine nur für Handbetrieb eingerichtet ist — die sogenannte Ausrückplatte, welche bei Kraftbetrieb den Stillstand der Maschine nach vollendetem Schnitt automatisch bewirkt. Auch die für mich extra angefertigte Klaue zum Festklemmen unregelmässig geformter Körper von oben dürfte entbehrt werden können; jedenfalls haben sich bisher alle von mir in Arbeit genommenen Stücke entweder durch die Backen des Schraubstockes allein hinreichend fest einspannen lassen, oder die Klaue erfüllte ihren Zweck nicht. [2])

Da von den Fabrikanten eine Anleitung zur Handhabung im allgemeinen beigefügt wird, dürfte es hier genügen, einige specielle Erfahrungen hervorzuheben und die erzielten Resultate anzugeben.

---

[1]) Werkstätte für Maschinen- und Werkzeugbau, Dresden-A, Rosenstrasse 104.

[2]) Ohne Auflage-Ständer, Einsatzbacken und Ausrückplatte, aber inclusive Klaue und $^1/_2$ Dutzend Sägeblätter stellte sich der Preis auf 145 Mark; letztere kosten per Dutzend 5 Mark. Das Gewicht der Maschine beträgt circa 100 Kilogramm.

Digitized by Google

Man hat mit besonderer Sorgfalt darauf zu achten, dass die Sägeblätter möglichst straff eingespannt sind, und dass die Maschine in Gang gesetzt ist, bevor der Sägebügel langsam auf das Arbeitsstück niedergelassen wird. Beim Vorhandensein von Rinde empfiehlt es sich, nach jedem Zug den Bügel vorn zu heben, d. h. die Säge nur nach einer Richtung wirken zu lassen, bis die Rinde durchschnitten ist. Für das Schneiden von Meteoreisen halte ich Handbetrieb für zweckmässiger als Kraftbetrieb, da dasselbe in der Regel nicht homogen ist, und man beim Erreichen eines härteren accessorischen

Gemengtheils (Schreibersit, Troilit, Cohenit) leichter nachgeben kann. Hakt die Säge bei solcher Gelegenheit fest, so ist die gleiche Manipulation wie beim Durchschneiden der Rinde angezeigt. Die Zahl der Umdrehungen darf nicht übermässig beschleunigt werden, um eine zu starke Erhitzung von Material und Blatt zu vermeiden.

Bezüglich der Sägeblätter habe ich die besten Erfahrungen mit den amerikanischen gemacht, welche, soweit ich weiss, in Quecksilber gehärtet werden.[1]) Um eine schmälere Schnittbahn zu gewinnen

[1]) Cañon Diablo ist das einzige Eisen, dessen Durchschneiden ich aufgeben musste, um nicht ganz unverhältnismässig viel Zeit und eine grosse Zahl von Sägeblättern zu opfern. Letztere wurden nach wenigen Minuten vollständig stumpf.

Digitized by Google

und damit den Substanzverlust zu verringern, verwende ich nur solche, bei denen die Schränkung der Zähne abgeschliffen ist; dann hatten die von mir gemessenen Blätter eine Dicke von 0·52 bis 0·65 Millimeter. Bei grösseren Schnitten empfiehlt es sich, zunächst eines der dickeren Blätter anzuwenden. Wenn dasselbe dann während des Schneidens zerspringt, kann man ein dünneres wählen, welches in die Schnittbahn passt, da letztere sich bei Herstellung dünner Platten nach oben etwas zu schliessen pflegt. Klemmt sich das Blatt fest, so zerspringt es fast ausnahmslos, wenn man es zu befreien versucht. Die Verfertiger der Maschine empfehlen, bei Anwendung neu eingespannter Blätter einen Tropfen Oel an die Blattführung zu geben; ich habe stets trocken geschnitten, um keine fremde Substanz mit dem Meteoreisen in Berührung zu bringen, welches ich meist zu analytischen Zwecken zu verwenden beabsichtigte. Jedenfalls bedarf es der Benutzung von Oel nicht, wenn dasselbe auch wahrscheinlich das Schneiden etwas erleichtert und beschleunigt.

Die Einspannvorrichtung gestattet, bis zu $9^1/_2$ Centimeter lange und 5 Centimeter hohe Stücke in Arbeit zu nehmen; die grössten bisher von mir hergestellten Schnittflächen sind jedoch nur 34 Quadratcentimeter gross. Auf den Quadratcentimeter Schnittfläche berechnet, hat sich ein Materialverlust von 0·62 bis 0·69 Gramm und in der Regel ein Zeitaufwand von 2 bis $2^1/_2$ Minuten ergeben, welcher nur ganz ausnahmsweise auf $3^1/_5$ Minuten gestiegen ist. Soweit ich den Materialverlust, welcher bei Ausführung von Schnitten durch Mechaniker (mit Kreissäge oder mit Carborundum-Schneidscheiben) oder in Waldkirch (mit Draht und Schmirgel) entstanden ist, controliren konnte, ergaben sich weit höhere Werte, die kaum unter ein Gramm hinabgehen, anderseits bis auf $2^1/_3$ Gramm per Quadratcentimeter steigen. Lässt man den Schnitt durch einen Mechaniker mit einer feinen Bogensäge aus freier Hand ausführen, so werden die Kosten durch den bedeutenden Zeitaufwand sehr hoch; bei kleinen Stücken ist der Materialverlust dann allerdings nicht viel höher als mit der Metallsägemaschine, bei grösseren wird der Schnitt jedoch meistens recht uneben und erfordert dann einen bedeutenden Verlust, um eine ebene, polirbare Fläche zu gewinnen. Bei den von mir hergestellten Platten ist dieser Verlust infolge der ebenen Schnittfläche nur gering; wo ich ihn controlirt habe, betrug er 0·08 bis 0·2 Gramm per Quadratcentimeter, je nachdem der Schnitt mehr oder minder gut ausgefallen war.

Digitized by Google

Handelt es sich um sehr kostbares Material und kleine Schnitte (z. B. zur Gewinnung von Stückchen für die chemische Untersuchung), so kann man auch aus freier Hand gekerbte Sägeblätter aus bestem englischen Uhrfederstahl, deren Grösse und Gestalt der Maschine angepasst sind, verwenden.[1]) Bei ihrer geringen Dicke (0·34 bis 0·39 Millimeter) ist der Schnittverlust entsprechend kleiner (0·34 bis 0·50 Gramm per Quadratcentimeter), aber die Blätter springen leicht und werden schnell abgenutzt, so dass die Verwendbarkeit beschränkt ist; grössere Schnitte lassen sich kaum mit denselben ausführen.

Schliesslich mag noch erwähnt werden, dass ein Versuch, die amerikanischen Sägeblätter durch Abschleifen dünner zu machen, ungünstig ausfiel. Dieselben zersprangen sehr bald, indem das Blatt sich in der Schnittfuge festklemmte, wahrscheinlich, weil sich die Flächen nicht genau parallel hatten schleifen lassen. Auch die deutschen Sägeblätter, welche etwas billiger als die amerikanischen sind, scheinen mir weniger empfehlenswert zu sein; sie sind dicker (0·70 bis 0·75 Millimeter) und nach meinen allerdings nicht sehr umfangreichen Versuchen weniger dauerhaft.

Greifswald, den 18. October 1898.

[1]) Herr J. Stöpler, Fabrikant chirurgischer Instrumente in Greifswald, hat mir derartige Sägeblätter zu einer Mark das Stück hergestellt.

Digitized by Google

XVI. Die Contactzone um die Ulten-Iffingermasse bei Meran.

Von **Emil Künzli** in Zürich.

(Mit Taf. XI und XII.)

Um den Nordrand des adriatischen Meeres zieht ein mächtiger Bogen von sauren, meist tonalitischen Eruptivgesteinen. In der Lombardei einsetzend, lässt er sich verfolgen bis nach Steiermark. Dieser Bogen besteht aus einer Anzahl voneinander getrennter Stücke, die als Glieder einer Kette hintereinander liegen. Vom südwestlichsten und zugleich kräftigsten Glied, der Adamellogruppe, weg strebt die Curve concordant mit dem ostwärts sich anlehnenden Etschbuchtgebirge der Centralzone der Alpen zu.

Das zweite Glied, die Iffinger-Brixenermasse, streift mit ihrem westlichsten Theil noch die südliche sedimentäre Randzone, wogegen ihr mittlerer und östlicher Theil ganz in der ostalpinen Centralzone der krystallinen Schiefer liegt. Sie zieht von Meran zur Brennerlinie hinüber und setzt sich jenseits, immer schmäler werdend, noch eine Strecke weit fort. Ihre zwei Hauptentwicklungsgebiete hängen nach Teller miteinander zusammen. Das westliche derselben culminirt vor Meran in der Iffingergruppe und hat jenseits der Etsch noch eine Fortsetzung in der Ultenmasse: es empfiehlt sich, die Contactzonen um die beiden Massen zunächst gesondert zu betrachten.

I. Die Contactzone um die Ultenmasse.

(Vergleiche Planskizze auf Taf. XI.)

Die Längsaxe des Intrusivkerns ist NNE. gerichtet; das SO.—NE. verlaufende Ultenthal mit dem Valschauerbach, dessen Lauf ausserordentlich günstig ist für die Aufschliessung von Contactprofilen, kreuzt die Masse schief und schneidet sie in ein linkes kleineres und ein rechtes grösseres Stück. Das linke steigt von St. Pankraz an am reich durchschluchteten Nordgehänge des Ultenthales allmählich

Digitized by Google

auf, um am Aichberg ein Maximum der Erhebung von circa 1000 Metern zu erreichen; dieser Streifen ist orographisch ganz unselbstständig, ein Stück vom Marlingerberg, dessen breiter Rücken das Ultenthal vom Vintschgau scheidet. — Parallel mit dem Valschauerbach verläuft 4 Kilometer weiter südlich eine kürzere Wasserrinne, der Brandisbach. Zwischen diesen beiden Parallelthälern zieht der südliche Tonalitstreifen des Massivs als bewaldeter Rücken von Oberlana (299 Meter ü. M.) nach Platzers hinauf, im Jochberg (1654 Meter) culminirend.

Wie C. W. C. Fuchs [1], R. Lepsius [2], G. Stache [4], U. Grubenmann [7] (siehe Literaturverzeichnis) und andere darthun, liegt unsere Eruptivmasse auf der Grenze zwischen dem Südtiroler Quarzporphyrplateau und der centralen krystallinen Zone der Alpen. Der Quarzporphyr ist hier an seinem Rand bedeckt von Trias; nur am Absturz der Völlanerterrasse zur Etschebene tritt er sammt den unter ihm liegenden Sandsteinen und Conglomeraten zutage. Am Südwestende, in der Umgebung des Platzerjöchls liess Lepsius [2] den Tonalit vom Quarzporphyr der Laugenspitze abstossen; es lassen sich indessen auch dort eine Anzahl Zonen krystalliner Schiefer finden, welche die Kernmasse des Tonalits von derjenigen jenes Quarzporphyrs scheiden.

Man kann demnach eine Reihe nordwestlicher und eine Reihe davon verschiedener südöstlicher Contactprofile unterscheiden. Häufig wird die Untersuchung unangenehm beeinträchtigt durch Wald, Moränen und Schuttmassen, welche die Abhänge bekleiden.

A. Nordwestlicher Rand der Tonalitmasse.

Er enthält sieben Contactprofile, siehe Taf. XII[1]), welche liegen

das 1. im Raffeinertobel,
„ 2. unterhalb Eckmann,
„ 3. oberhalb des Forsthofes,
„ 4. am Klausbach,
„ 5. am Hagelbach,
„ 6. am Kirchenbach,
„ 7. hinter St. Pankraz.

[1]) Die Profile d. d. Contactzonen sind vereinfacht und schematisirt.

Digitized by Google

Mit Ausnahme des letzten, das am Valschauerbach selbst sich befindet, sind sämmtliche in den Betten linksseitiger Nebenbäche desselben aufgeschlossen. Wir durchqueren sie von innen nach aussen.

Profil 1: Raffeinertobel.

Am Ostabhang des Aichberges leuchtet aus dem dunkelgrünen Fichtenwald die „Raffeinerwand" als kahle gelbbraune Fläche ins Etschthal hinaus. Sie ist das Sammelgebiet eines Wildbaches, der an der Stelle, wo er sich zum Sammelcanal verengt, die Contactzone durchschneidet.

Zu unterst, wo man, durch den Bach aufsteigend, den anstehenden Fels betritt, steht das Kerngestein (1) an in seiner typischen Beschaffenheit: Massig, in grosse Quadern und Bänke abgesondert, grob- bis mittelkörnig, zierlich schneeweiss und schwarz gesprenkelt, reich an linsenförmigen, mehr oder weniger scharf sich abhebenden basischen Ausscheidungen. Es ist hornblendearmer, sehr granitähnlicher Quarz-Glimmerdiorit, für den wir nach dem Vorgang von U. Grubenmann [7] auch die Bezeichnung Tonalit verwenden; vielleicht wäre er am besten speciell als Glimmertonalit zu bezeichnen. Wenn auch im grossen und ganzen von massigem Aussehen, ist er doch, gegen den Rand hin reichlicher, in grosse und kleine Linsen und Schuppen aufgelöst, die am Rand meist keilartig zugeschärft, häufig sogar zu einem welligen Saum ausgequetscht sind. Die Schuppenoberfläche, durchfurcht von parallelen Rutschstriemen, ist fettig glänzend, und die chloritisirten und epidotisirten Biotite sind da zu grünen verwaschenen Flecken zerrieben, welche mit den gelblichgrünen Feldspäthen und grauen Quarzen zu einem unruhigen Bild verschwimmen. Die glattere und glänzendere Schuppenfläche ist die stärker gewölbte; auf ihr ist der körnige Bruch am vollständigsten ausgeebnet. Die Schuppen sind durchsetzt von weniger durchgehenden und ungeglätteten Ablösungsflächen zweiter Ordnung, welche randlich an den anderen unter spitzem Winkel abschneiden. Der mikroskopische Schnitt durch das Innere der Schuppen zeigt nur schwache Spuren mechanischer Umformung: deutliche Lostrennungen und Verschiebungen haben sich innerhalb des Schuppenkörpers nicht vollzogen; die Bewegung der Linsen und Schuppen als Ganzes löste den vollen Betrag des wirkenden Ueberdruckes aus.

Digitized by Google

In der Höhe des Kastanienbestandes, der zwischen Reben und Wald sich durchzieht, streicht in einem kleinen Aufschluss die Linie durch, in der die Grenzfläche zwischen dem Kern und der Contactzone des Massivs zutage tritt. Hier wird der structurell und chemisch normale Tonalit des geschlossenen Kerns abgeschnitten von einem Band von flaserigem bis vollständig zermalmtem, für das unbewaffnete Auge homogenem graugrünem, tonalitischem Gestein.

Wir bezeichnen als Contactzone den Gesteinscomplex von dieser Stelle bis zum Rand der zusammenhängenden krystallinen Schiefermasse. Sie stellt nicht einen einfachen Hof von metamorphosirten Gesteinen dar, in welchem der Grad der Metamorphose mit der Annäherung an den Intrusivkern allmählich zunimmt, sondern besteht aus einer Wechsellagerung von endomorphen tonalitischen Randvarietäten mit den nächsten Gliedern der krystallinen Schieferhülle, die zum Theil zu exomorphen Contactgesteinen geworden sind.

Zur Gewinnung einer Uebersicht theilen wir diese Contactzone in drei, von innen nach aussen aufeinanderfolgende Regionen ein.

Die innerste Region ist rein endomorpher Natur; es wechseln in ihr grüne und weisse, meist ein halb bis wenige Meter mächtige tonalitisch aplitische Lagen gegen 12mal miteinander ab auf eine Strecke von circa 40 Meter; dieselben gehen, obwohl im Detail hin- und hergewunden, doch im allgemeinen der Grenzfläche des Kerns parallel, während das Fallen vorwiegend steil, bei mehreren getrennten Bänken auch nur 30° NO. geht. Während zu unterst die weisse Varietät (2), in isolirte Linsen mechanisch aufgelöst, als untergeordnete Einlagerung in der dunkelgrünen (4) sich findet, besteht im oberen Theil der Region eher das umgekehrte Verhältnis in der Mächtigkeit. In den weissen Apliten, wo Quarz und Orthoklas vorherrschen, Plagioklas zurücktritt, ist panidiomorphe Structur mit Anklängen an die granophyrische. Obwohl der Hauptantheil der mechanischen Veränderung auf die grünen Varietäten entfallen ist, erlitten doch auch in den weissen alle Gemengtheile homogene oder rupturelle Umformung, die auf den Verschiebungsflächen ihr Maximum erreicht. Die meisten Feldspäthe sind mehr oder weniger in Sericit verwandelt; die grösseren Muscovitblätter aber, die zwischen den anderen Gemengtheilen liegen, sind eher eine primäre pneumatolytische Bildung. Diese Aplite neigen zu den Pegmatiten hinüber und unterscheiden sich von denselben

Digitized by Google

nur noch durch das kleinere Korn, die geringere Zahl der selbständigen Muscovitblätter sowie der Mikrokline und die stärkere Sericitisirung der Feldspäthe. In den Pegmatiten der Umgebung sind nämlich, wie U. Grubenmann [8, pag. 194] hervorgehoben hat, „bei der Dynamometamorphose die specifisch chemischen Auslösungen dynamischer Beeinflussung unterblieben". Die Plagioklase namentlich sind zwar auch mit farblosen Glimmerschüppchen gespickt; allein da diese nicht jenes feine, mit gelblichweissen Farben polarisirende Geäder darstellen, sondern einzelne scharf begrenzte Blättchen mit den hohen Interferenzfarben des gewöhnlichen Muscovits, so wird man ihnen dieselbe Genesis zuschreiben wie den grossen Muscovittafeln. Verschwommene Partien dieses Aplits erscheinen bei panidiomorph-feinkörniger Structur hellgrau und blaugrün tupfig, durch Chloritschüppchen; zugleich ist darin der Gehalt an saurem Plagioklas gestiegen, so dass hier Uebergangsglieder vorliegen zum Kerntonalit, die man Randtonalit (3) nennen kann, obwohl sie an dieser Stelle nicht den Rand des Kernes bilden. — Wo in den weissen Apliten die Erzeugung von Verschiebungsflächen bis zur Ausbildung von schaliger Textur gesteigert ist, ist damit auch die stärkste Sericitisirung verbunden; doch nehmen sie nicht den Charakter von Sericitschiefern an, sondern bewahren äusserlich ihren aplitischen Typus im Widerspruch mit dem inneren Zustand. — Aderartige Gänge von zuckerkörnigem Aplit steigen schon durch den Kerntonalit (im Zickzack) hinauf, verbreiten sich local zu Nestern und erreichen selbst pegmatitischen Charakter.

Obwohl die starke Dynamometamorphose den grünen Gesteinslagen einheitliches Gepräge verliehen hat, bestehen sie doch aus mannigfaltigerem Material als die weissen Aplite. Von den letzteren zeichnet sich die Hauptform mineralogisch durch etwelchen, beziehungsweise etwas grösseren Biotit- oder Chlorit- und Erzgehalt aus; sie besitzt auch aplitischen Charakter und ist von einer etwas biotitführenden Abart der hellen Form abzuleiten. Eine andere aplitische grüne Varietät hat Gneistextur, die in Anbetracht der Kataklaserscheinungen zum grössten Theil mechanisch erklärt werden kann: zwei weitere scheinen geschieferte basische Spaltungsproducte des Tonalitmagmas zu sein, das eine mit diabasischem, das andere mit lamprophyrischem (5) Charakter. Am oberen (äusseren) Ende der ersten Region sind die grünen aplitischen Schiefer vertreten durch

Digitized by Google

schwarzgrüne, weich schimmernde Thonschieferbänder (7), etwa ein halb Meter mächtig, mitunter sich gabelnd. In Zusammenhang mit der Ausbildung ihrer feinflaserigen Textur steht das Wachsen und die Vermehrung der Sericitfasern auf den Flächen stärkster Verschiebungen.

Die zweite Region, die sich aussen an die erste concordant anlegt und auch noch nicht exomorphen Charakter trägt, ist im wesentlichen eine ca. 50 Meter mächtige Wechsellagerung von Aplit mit einem mittel- bis feinkörnigen, streifig-flaserigen Biotitgneis (6). Im grossen und ganzen parallel streifenartig gesondert, greifen die Aplit- und Gneislagen — ihre Mächtigkeit liegt in den meisten Fällen zwischen sechs und drei Metern — doch nicht selten in Form von Ausbuchtungen auch ineinander hinein; durchgreifende Lagerung des Aplits gegenüber dem Gneis scheint spärlich zu sein. Wiederum überwiegt gegen den oberen Rand dieser Region der Aplit, der dieselbe auch abschliesst. Hier tritt untergeordnet auch wieder der grünschieferige Aplit der ersten Region auf, während andrerseits der flaserige Biotitgneis in stark gequetschtem Zustand auch am Aufbau jener theilnimmt.

Der Aplit, gleich jenem weissen der ersten Zone seiner Zusammensetzung nach granitisch, hat porphyrische bis porphyrartige Structur und führt farblose, Quarz umschliessende Granatkörner, die sich zu chloritisiren beginnen.

Der Gneis ist durch eine Klüftung, die an der Berührungsfläche mit dem Aplit nicht immer absetzt, schief zur Texturebene plattig abgesondert, weist da und dort unregelmässige Fältelung auf, ist stellenweise durchbrochen von pegmatitischen Adern und steht schon dem allgemeinen Habitus nach in deutlichem Contrast zu allen anderen Gesteinen des Profils. Gegen den Gedanken, dass dieses Gestein aus dem Tonalitmagma erstarrt sei, spricht schon die reichliche Menge Biotit bei der Armuth an Plagioklas; vielmehr hat das Gestein granitischen Charakter, wie auch die Analyse zeigt (ausgeführt von Dr. Dittrich in Heidelberg):

Digitized by Google

	a		*b*
SiO_2	67·94 Procent		68·97 Procent
Al_2O_3	14·86 „		14·80 „
Fe_2O_3	1·60 „		2·32 „
FeO	3·62 „		0·85 „
CaO	2·02 „		3·82 „
MgO	1·91 „		1·15 „
K_2O	4·01 „		4·54 „
Na_2O	2·52 „		2·46 „
H_2O	1·57 „	Glühverlust	0·71 „
	100·05 Procent		

a Granititgneis a. d. Raffeinertobel.
b Granitit von der Burg Landsberg b. Barr.

Eine noch unveröffentlichte Analyse unseres Kerntonalits zeigt ganz andere Zahlen, namentlich in Bezug auf den Gehalt an Kieselsäure und das charakteristische Verhältnis von *K* zu *Na* und *Ca*. Mit der Auffassung als aplitische Varietät des Tonalits würde der zu niedrige Gehalt an SiO_2 und der zu hohe an *Mg* und *Ca* nicht übereinstimmen; recht viel Aehnlichkeit zeigen die Zahlen dagegen mit denjenigen eines Granitits von der Ruine Landsberg bei Barr, wie sie Rosenbusch in seinen „Elementen der Gesteinslehre" auf pag. 78 anführt; unser flaserige Biotitgneis kann also als Granititgneis aufgefasst werden. Der geringe Grad der Kataklase spricht dafür, er habe seine Flasertextur nicht neben den tonalitischen Gesteinen im jetzigen, sondern in tieferem Niveau erhalten.

Ein Turmalin führender Quarzitschiefer, der in diese 2. Region noch eingeschaltet ist, steht auch ausserhalb der Contactzone an, dort gleich wie hier frei von Contactmetamorphose.

In der dritten (äussersten) Region, die beim letzten Streifen des flaserigen Granititgneises beginnt und den Wechsellagerungscharakter beibehält, tritt gemeinsam mit der endomorphen auch exomorphe Contactmetamorphose auf. Es lösen sich zunächst (wenn man ganz untergeordnete Gesteinsvarietäten unberücksichtigt lässt) zweimal gewöhnliche Amphibolite, verbunden mit Contactschiefern ab mit Tonalitgesteinsvarietäten; darauf folgt, die ganze Contactzone des Raffeinertobelprofils nach aussen abschliessend, basischer (Hornblende-)Tonalit.

Digitized by Google

Die Contactgesteine (8) sind mittel- bis feinkörnig, im Handstück massig oder flaserig geschiefert und lehnen sich an Aplite an, oder sind von denselben durchzogen. In ihrer entwickeltsten Form stellen sie einen Andalusitcontactfels bis -Schiefer dar. Neben dem vorherrschenden Andalusit treten darin als Contactmineralien auch Quarz, blassviolette Körner und Körnergruppen von zum Theil zonar struirtem Granat sowie Biotit auf, alle in regelloser Mischung durcheinander gewachsen. Der Andalusit ist, abgesehen von der starken Brechung, schwachen Doppelbrechung, prismatischen Spaltbarkeit, dem Pleochroismus von rosa nach farblos auch an der Art und Weise, wie er sich bei der Dynamometamorphose mit Sericit durchadert und umgibt, zu erkennen. Das Endproduct der Ummineralisirung stellen Sericitfelder dar, welche die Einschlüsse des aufgezehrten Andalusits umschliessen.

Der tonalitische Gesteinszug zwischen den beiden Contactgesteinsstreifen ist 4 Meter mächtig, besteht im Centrum aus massigem, porphyrartigem bis porphyrischem Glimmertonalit mit basischen Concretionen und verdichtet sich gegen die Salbänder hin zu feinkörnigem bis dichtem und dann rein weissem oder schwach grünlich gestreiftem Aplit.

Der Tonalit, welcher das Hangende des äusseren Contactschiefers bildet, enthält statt Biotit Hornblende und ist mechanisch flaserig bis feinschieferig geworden. Orthoklas und Plagioklas bilden Breccien oder Linsen, zuweilen selber wieder halsartig eingeschnürt, an die sich Streifenquarzlamellen mit sägeblattartig gezähnten Rändern eng anschmiegen. Die Hornblende, häufig von Streckrissen durchsetzt und gern vermöge der guten Spaltbarkeit in Stäbchen sich zerlegend, bildet bald Linsen, bald Flasern. Die Hauptmasse aber des grob- bis mittelkörnigen basischen Hornblendetonalits (9), des äussersten Intrusivganges der Contactzone, zeigt blos leicht angedeutete Paralleltextur; nur in schmalen Zonen ist er stärker schieferig. Die rupturellen und homogenen Umformungen, wie sie die Gemengtheile zeigen, genügen allein, um die Textur aus der massigen abzuleiten; es ist wohl nur dem groben Korn zuzuschreiben, dass sie so bedeutend werden mussten. Den Eindruck der Grobkörnigkeit erzeugt mehr als die milchweissen Feldspäthe die Hornblende, deren bis über 1 Centimeter lange, rabenschwarze gedrungene Säulen den Biotit weit überwiegen und folgenden Pleochroismus zeigen: c blau-

Digitized by Google

grün, b bräunlichgrün, a gelblich. Auslöschung: $c : c = 14^0$. Plagioklas (häufig Andesin und Labrador) überwiegt Orthoklas und Quarz.

Dieses Gestein ist offenbar der Tonalitgneis, in welchem Löwl [6, pag. 112] Schiefereinschlüsse gefunden hat. Die Angabe von Löwl heisst: „Der Tonalitgneis mit breiten Hornblendesäulen (der im Norden des Iffingerkernes als Lager von geringer Mächtigkeit zwischen dem Granit und dem Schiefer eingeschaltet ist) grenzt im Hangenden scharf an das Schieferdach und im Liegenden scharf an den Granit. Er muss, da er Schiefereinschlüsse enthält, aus einer intrusiven Felsart hervorgegangen sein. (Solche Einschlüsse fand ich im Raffeinertobel, das nördlich von der Ultenmündung in den Ostabhang des Aichberges eingeschnitten ist. Hier kann man auch am besten beobachten, dass sich die Tracht des Granits mit der Annäherung an den Rand nur insofern ändert, als der Biotit in Chlorit umgewandelt wird. Das Gestein ist grünlich gefleckt, nimmt aber keine Hornblende auf und geht nicht in den Tonalitgneis über.) Eine Randbildung des Granits aber ist er nicht, eher eine scharf begrenzte tonalitische oder dioritische Schliere, mit deren Förderung die Intrusion des Iffingerkernes begann. Doch diese Frage muss bis auf weiteres offen bleiben." Bis jetzt habe ich in diesem gneisigen Tonalit des Raffeinertobels nur „Schlierenknödel" als basische Ausscheidungen gefunden. Aus der detaillirten Behandlung des Profils ergibt sich, dass der „Tonalitgneis" allerdings nicht den normalen gneisigen Rand des Tonalitmassivs darstellt, sondern einen sechs Meter mächtigen Lagergang bildet, der vom Rand des geschlossenen Kerns über 100 Meter entfernt ist. Dieser massige bis gneisartige (Hornblende-) Tonalit kommt, wie Löwl schon ausdrückt, dem typischen Tonalit vom Monte Tonale ziemlich nahe, nur ist er reicher an Hornblende im Verhältnis zur Summe der farblosen Gemengtheile als das Adamellokerngestein und daher basischer. Die oben citirte Angabe Löwl's betreffend die Einschaltung des Tonalitgneises zwischen den normalen Tonalit und die Schiefer trifft genau zu für die nordwestliche Contactzone der Iffingermasse im engeren Sinn, wo dasselbe Gestein etwas kleiner körnig und durchwegs stärker geschiefert ist. (Siehe darüber im 2. Theil.)

An den (Hornblende-)Tonalit legen sich feinkörnige amphibolitische und gneisige kohlige Schiefer an, die keine Contactspuren zeigen. Nach aussen werden sie allmählich abgelöst von den gröber

Digitized by Google

körnigen bis grobblätterigen glimmerreichen Metagneisen (10) und Glimmerschiefern des Marlingerberges mit kräftigen, zum Theil überwiegenden Einlagerungen von Amphiboliten, denen gegenüber die schmalen Pegmatitgneisgänge (11) sehr zurücktreten; dieser ganze benachbarte Schiefercomplex streicht NNE. und fällt sehr steil nach ONO. ein.

Profil 2: Eckmann.

In einem östlich des Hofes Eckmann heruntergehenden Bachbett ist ein Contactprofil entblösst, das in vielen Beziehungen übereinstimmt mit demjenigen im Raffeinertobel und als ganzes dem oberen Theil des letzteren entspricht. Es ist aber in Bezug auf die Mannigfaltigkeit der Gesteinsarten viel einfacher als jenes, insbesondere was die Randentwicklung des Tonalites selber anbetrifft.

Der südlichste, ca. 40 Meter mächtige Abschnitt des Profils stellt eine von Tonalit umgebene Schieferscholle dar, die innig durchdrungen ist von Gängen und Trümmern von Aplit, der zum Theil klein-, zum Theil grobkörnig ist; die feinsten Aederchen bestehen meist nur noch aus Quarz. Die Hauptmasse der Schiefer ist thonig-phyllitisch, auf den Ablösungsflächen ölig glänzend; daneben lassen sich noch folgende Varietäten unterscheiden:

1. Ein dünnschiefriger Biotitgneis, der ähnlich ist dem Granititgneis des Raffeinertobels und ebenfalls keine deutlichen Contactmerkmale aufweist.

2. Ein graublauer sericitischer Quarzitschiefer.

3. Hornblendeschiefer und Amphibolite.

Die Schiefer- und Amphibolgesteine zeigen verschiedene Grade von Contactmetamorphose.

Die eben unter Nr. 2 erwähnten sericitischen Quarzitschiefer nehmen an den Berührungsflächen mit dem Aplit-Contactbiotit auf.

In einem blauschwarz und weiss gebänderten Amphibolit sieht man makroskopisch schmale dunkelkirschrothe Zonen verlaufen: Den Hornblenden ($c : c = 18°$, Pleochroismus $\parallel c$ meergrün, $\parallel b$ braun, $\parallel a$ gelb) mischen sich gegen diese Zonen hin chocoladebraune Biotite bei; in diesen Zonen selber ist die Hornblende durch den nestartig angehäuften Biotit ganz verdrängt, der theils kräftige Blätter, theils kleine runde Scheibchen bildet. Nirgends in den umgebenden Gesteinen hat der Biotit diesen sattbraunen Farbenton, so dass er dadurch

Digitized by Google

und auch einigermassen durch seine Anordnung sich als Contactproduct verräth, obwohl Contactstructur fehlt.

Am vollendetsten ist die Contactmetamorphose da entwickelt, wo die Contactflächen die Schieferung schneiden und da, wo der Aplit oder Quarzfels (12) parallel der Schieferung so intensiv in die Schiefer hineingedrängt ist, dass letztere in 1 Millimeter bis 1 Centimeter dünne Schichtchen aufgelöst sind, wodurch ein lagenweiser Wechsel von Aplit- oder Quarzstreifen und braunviolettem Contactschiefer entsteht. Eine typische Stelle hat folgenden Bau: Ein grobkörniges, gelblichweisses, aus Orthoklas und wenig xenomorphem Quarz bestehendes Aplitband verläuft quer zur Schieferung. In den Winkeln zwischen den Orthoklasfeldspäthen liegt eine granophyrisch struirte Füllmasse von Quarz und Orthoklas, die auch als 2—3 Millimeter breite Zone zwischen dem Aplit und dem Schiefer liegt und in diesen ausstrahlt. Die dadurch entstehenden Schieferstreifen sind local selbst wieder mit Feldspath durchsetzt, während andrerseits in den Aplitapophysen auch Schieferfetzchen schwimmen. Diese Schiefer sind zusammengesetzt aus Andalusitkörnern und chocoladebraunem intensiv glänzendem Biotit; wo der letztere ausgebleicht ist, sieht man ihn erfüllt mit Turmalinkörnchen. Biotit ist auch im Andalusit eingewachsen, bis zu solcher Fülle, dass er Siebstructur erzeugt. Stellenweise sind die Biotite auch hier zu grösseren braunrothen Nestern angehäuft. Dieser Andalusit-Biotitcontactschiefer oder nach Salomon [9] schiefrige Hornfels-Astit ist abzuleiten von den thonig-phylitischen Schiefern.

Nordwärts von diesem Schiefercomplex folgt auf eine ungefähr 100 Meter lange Strecke normaler (Glimmer-) Tonalit, aus dem dann durch Spärlicherwerden des Biotits eine zwar normalkörnige, aber etwas saure und leicht flaserige Form sich herausbildet. Diese schliesst eine Quetschzone ein, bestehend aus linsigen, grauweiss und grün gesprenkelten Tonalitgneisen, die umwunden und durchzogen sind von feinkörnigen graugrünen Tonalitschiefern. An den Tonalit legt sich ein grauweisses Gestein an, das aus Quarzsplittern, sehr viel trübem Feldspath, wenig Chlorit und Hornblende besteht. Es stellt eine verwitterte Tonalitreibungsbreccie (13) dar und ist durchzogen von einem gelbbraunen Band, das isotrop erscheint mit Ausnahme der kleinen Quarzkörner, von denen es durchsetzt ist. Das Band verzweigt sich in Schnüre, welche Theile der trüben Breccienmasse umfassen und wieder zusammenfliessen; woraus es besteht, lehrt

Digitized by Google

eine gleich struirte und gefärbte Zone, die im zweitfolgenden Profil eine aplitische Reibungsbreccie durchzieht und stellenweise deutlich zu Turmalinkryställchen individualisirt ist. Das Schlussglied der Contactzone ist wieder (Hornblende-) Tonalitgneis als 30 Meter mächtiger Lagergang; auch hier hat er am Rand des zusammenhängenden Schiefermantels in den dichten thonigen und phyllitischen oder blauschwarzen kohligen Schiefern keine Contacterscheinungen hervorgebracht. Diese Schiefer werden dann wieder abgelöst von hochkrystallinen Gneisen und Glimmerschiefern mit Amphibolit- und Pegmatiteinlagerungen. Die letzteren sind auffallend grosskörnig und reich an dunkelgraublauem Quarz, der auch für sich allein gangartig die Schiefer durchbricht.

Das Hauptinteresse beansprucht in diesem Profil offenbar die vom Aplit durchsetzte Schieferscholle. Bei der Frage nach dem Zustandekommen ihrer jetzigen geologischen Orientirung und Textur muss folgendes berücksichtigt werden:

1. Die von Tonalit umgebenen Schiefer stimmen in ihren von Contactmetamorphose freien Formen nicht genau überein mit denjenigen Varietäten, die am Rand der zusammenhängenden Schiefermasse sich finden, aber sie sind denselben so nahe verwandt, dass man sie dort erwarten könnte.

2. Streichen und Fallen ihrer Schieferung stimmt im grossen und ganzen überein mit demjenigen der Schiefer ausserhalb der Contactzone; ebenso verlaufen die Hauptcontactflächen mit dem einhüllenden und eingedrungenen Aplit.

3. Durchgreifende Lagerung des Tonalits mit scharfem Abschneiden der Schieferung an der Contactfläche ist im kleinen vielfach zu beobachten.

4. Die nachträglich mechanisch erzeugten Linsen- und Schuppenflächen verlaufen unbekümmert um den Gesteinswechsel, die Schieferung und die Contactflächen; sie weichen von diesen im Fallen ab, scheinen dagegen im Streichen mit ihnen übereinzustimmen.

5. Die Mächtigkeit des nördlich, ausserhalb dieser Schiefer auftretenden Tonalits übertrifft die ihrige um mehr als das Doppelte.

Daraus ergibt sich, dass dieser Schiefercomplex als zusammenhängende Masse vom Rand losgelöst, zum Theil zerbrochen und von Tonalitmagma durchschwärmt worden ist.

Digitized by Google

Profil 3: Oberhalb des Forsthofes.

Etwa 700 Meter westlich vom Ausserhof hat der hinter dem Forsthof herabfliessende Bach an den Felswänden ein weiteres Profil entblösst. Der geringe Abstand vom vorhergehenden erklärt die nahe Verwandtschaft mit demselben. Hinter Forsthof wiederholt sich derselbe Uebergang von Randtonalit zu aplitischen Formen, die gleiche streifenartige Vertheilung von Tonalitrandvarietäten, krystallinen normalen Schiefern und Contactgesteinen, sowie die nämliche Aufeinanderfolge derselben Gesteinsarten; wiederum bildet gneisiger Hornblende-Tonalit die äusserste Zone tonalitischer Gesteine. Die mächtige Entblössung, vermöge welcher dieses Profil von allen den besten Einblick in die Tektonik der Contactzone gewährt, bringt es mit sich, dass die Durchdringung von Tonalitgestein und Contactschiefer oder Contactfels hier gesteigert erscheint bis zur Ausbildung von unzweifelhaften und leicht zu beobachtenden Contactfelseinschlüssen im Tonalit.

Schon in der innersten Partie des Contacthofes begegnet man einem ein Drittel Kubikmeter grossen Brocken von granatführendem Andalusit-Biotitcontactfels schwimmend im Tonalit, welch letzterer rings um den Einschluss einen meist 3—4 Centimeter breiten Hof von Randtonalit bis Aplit entwickelt hat, in dem noch kleinere Contactgesteinsstücke liegen. Neu kommt in diesem Profil hinzu ein „Quarz-Glimmerporphyrit“: In reichlicher, grauvioletter, sehr feinkörniger Grundmasse liegen milchweisse bis grünlichgraue saure Plagioklaseinsprenglinge mit im Mittel 3—4 Millimeter Durchmesser neben kleineren und spärlicheren schwarzen Biotiteinsprenglingen. Das Mikroskop enthüllt mikrogranitische, von Granophyrbüscheln durchwachsene Structur in der Grundmasse, die zumeist aus leistenförmigem Plagioklas, kurz rechteckigem Orthoklas, daneben noch aus Biotitschüppchen und xenomorphen Quarzpartikeln besteht. Kleine rundliche Quarzresorptionsreste sind noch zu den Einsprenglingen zu zählen.

In Verbindung mit den Apliten kommen hier auch stark glänzende blau- und grüngraue oder rostbraune quarzitische Schiefer vor, wie sie in den beiden folgenden Profilen in breiter Entwicklung sich zeigen.

Profil 4: Klausbach.

Vom Aplitsaum des Tonalites weg bis zum Beginn der zusammenhängenden krystallinen Schieferhülle bieten die steilen Tobel-

Digitized by Google

wände eine einheitliche, aber doch mannigfach zusammengesetzte Contactzone dar, in der sich wieder tonalitmagmatische und mehr oder weniger contactmetamorphe sedimentäre und krystalline Schieferzüge mehrmals wiederholen. Unter den Tonalitrandvarietäten ragen weisse und rosttupfige Aplite hervor mit zum Theil panidiomorpher, zum Theil eigenthümlich porphyrischer Structur, wie sie noch schöner bei einem Aplit vom Kirchenbach entwickelt ist (siehe Profil 6). Bei andern Aplitabarten geht die Farbe ins grüne bis blaugrün schillernde über; in solchen erkennt man schon mit blossem Auge violette Flecken, die davon herrühren, dass neben Quarz, stark sericitisirtem Orthoklas und Plagioklas Turmalin reichlich vorhanden ist. Derselbe bildete stellenweise ursprünglich selbständige Krystalle, die nachträglich in Stücke gebrochen wurden; anderwärts ist er in Körnerform mit Feldspath, Quarz und selbst mit Calcit poikilitisch verwachsen und also eine pneumatolytische Bildung. Die weissen Aplitstreifen gehen mehrfach über in Randtonalit und gewöhnlichen Tonalit, während die grünen mit Chlorit führenden glänzenden Quarzitschiefern verknüpft sind, die in ihrer ausgesprochensten Form Pakete von dünnen, buchartig aufeinander gelegten Blättern und knollige Linsen bilden. Eine 30 Meter breite Zone von weissem Aplit bildet auch den Abschluss des Contactprofiles; diese ist grobkörnig und ausgezeichnet durch prachtvolle fiederige, buschige oder palmettenartige Granophyrstructur von Quarz mit den Feldspäthen (Orthoklas, Perthit, saurer Plagioklas). Die Contactgesteine sind zum grössten Theil identisch mit denjenigen des 2. und 3. Profils, auch was die Durchsetzung mit Aplit- oder Quarzstreifen anbelangt; nur kommt hier als Contactmineral noch Orthoklas hinzu, dem Turmalinkörnchen mit theilweise mikrolithischen Dimensionen reichlich eingelagert sind. Von den hochmetamorphen Andalusit-Biotitcontactschiefern, die richtiger als geschieferte Contactfelse zu bezeichnen sind, führen Uebergangsglieder zu unverändertem Thonschiefer, der zum Theil stark kieselig ist. Ein Glied der schwach umgewandelten Formen enthält erst winzige Contactbiotite, die stellenweise dichte Knäuel bilden, daneben lose zerstreut liegen. Auffallenderweise ist auch der innerste sedimentäre Streifen der Contactzone auf einem niedrigen Entwicklungsstadium zu einem Contactgestein stehen geblieben.

Digitized by Google

Auf schmalen Zonen gehen die Aplite des mittleren und äusseren Theils des Profils über in gelblichweiss und violettschwarz gefleckte und geaderte Turmalinhornfelse.

Der Rand der krystallinen Schieferhülle ist auch hier von feinkörnigen Gneisen und Gneisglimmerschiefern gebildet; sie gleichen solchen theils der vorhergehenden, theils der nachfolgenden Profile, die ambibolitischen Einlagerungen beginnen erst weiter nördlich.

Sehr nahe verwandt ist

Profil 5: Hagelbach.

Doch treten die Gesteinstypen in anderen Mengenverhältnissen auf und es kommen andere hinzu, z. B. ein feinkörniger gefältelter Biotitgneis, ähnlich demjenigen bei Eckmann; wir werden ihn auch bei St. Pankraz wieder antreffen (siehe Profil 7). Damit sind verbunden sehr feinkörnige, feldspathführende phyllitische Schiefer, die bei der starken Stauungsmetamorphose schwer von den feinkörnigen grünlichen Tonalitschiefern abzutrennen sind.

Die Schiefer sind durchbrochen von einem $1^1/_2$ Meter mächtigen, geschieferten, feinkörnigen Kersantitgang, der steil steht, östlich streicht und am besten aufgeschlossen ist am Nordfuss des Felsens, auf dem die Burg Eschenlohe steht.

Der äussere Theil der Contactzone ist in Beschlag genommen von einer gegen 70 Meter mächtigen Masse brauner splittriger Quarzite und Quarzitschiefer. Sie sind in ihrem nördlichen Theil durchsetzt von Turmalinadern und gehen dadurch über in Turmalinquarzite mit schöner Maschenstructur. Den parallelstenglig bis divergentstrahlig angeordneten Turmalinsäulchen mischt sich Topas bei, dessen farblose Körner, da und dort zu Grüppchen vereinigt, an der starken Lichtbrechung, schwachen Doppelbrechung, der basalen Spaltbarkeit, geraden Auslöschung leicht kenntlich sind.

Im nördlich anliegenden Schiefermantel sind Pegmatit in Form eines parallelschiefrigen Muscovitgneises und dünne Kohlenbändchen die eigenthümlichsten Glieder.

Ziemlich stark abweichend, noch mehr nach der Zusammensetzung als nach der Structur, ist das folgende, etwa 130 Meter breite Profil.

Profil 6: Kirchenbach.

Die Randvarietät des Kerns ist durchsetzt von quarzreichen Sericit- bis Glimmerschiefern, die local zu einer blaugrauen rissigen

Digitized by Google

Breccie geworden sind, welche makroskopisch einem Quarzporphyr ähnlich sieht.

Der Randtonalit lehnt sich an einen Porphyrit an, der zu den Ganggesteinen gehört, die U. Grubenmann [8, Seite 186] als „Quarz-Glimmerporphyrite" schon beschrieben hat, und zwar zählt er zu der „feinkörnig graugrünen Modification, die in der Ultenmasse an der äussersten Peripherie auftritt und welche weniger durch Quarzeinsprenglinge, als vielmehr durch ihre grossen, gelbrothen Plagioklase und Mikrokline in die Augen springt". Hier am Kirchenbach und ebenso im folgenden Profil bei St. Pankraz sind in ihnen allerdings keine auffallend grossen Feldspäthe zur Entwicklung gelangt. In dieselbe Gruppe ist der Porphyrit im 3. Profil einzureihen.

Dann folgt eine etwa 100 Meter mächtige Zone feinblättriger oder schuppiger, dunkelgrauer phyllitischer Schiefer, die von Tonalitapliten durchbrochen sind und ausserdem eine Kalkbreccie als Einlagerung enthalten. Eine Hauptvarietät dieses Schiefers, die wir am Klausbach schon angeführt haben und durch hellere Farbe und intensiveren Glanz sich auszeichnet, enthält neben vorwiegend stark sericitisirten Feldspathbrocken (Orthoklas und Plagioklas) spärliche Andalusitkörner und eine bedeutende Menge von schlecht ausgebildeten Turmalinen.

Die eine der aplitischen Einlagerungen hat porphyrische Structur, die allerdings durch das relativ grosse Korn der Grundmasse undeutlich wird. Fast alle Einsprenglingsquarze zeigen die wunderlichen Formen der Resorptionsreste und sind eingefasst von Quarz-Feldspath-Aureolen, deren Volumen dasjenige des Quarzkernes um das doppelte bis vielfache überragt. Aus dem Feldspath derselben ist nachträglich durch Dynamometamorphose Sericit entstanden.

Die interessant geschieferte Kalkbreccie, die ebenfalls gleichlaufend mit dem allgemeinen Gesteinswechsel eingelagert ist, bildet offenbar einen Ausläufer der weiter westlich im Maraunerthal auftretenden dolomitischen Kalksteine.

Den Contact mit der schon mehrmals charakterisirten nördlichen Schieferhülle vermittelt ein Streifen von normalem Tonalit.

Frei von normaler exomorpher Contactmetamorphose ist auch

Profil 7: St. Pankraz.

Südlich unter St. Pankraz, wo die Tonalitgrenze vom linken aufs rechte Bachufer hinübersetzt, hat der Valschauerbach selber sich

Digitized by Google

ein breites Bett schief durch den Contactgürtel geschnitten. An die Randtonalitoberfläche des Eruptivkernes schmiegt sich — die Grenzfläche streicht N. 10° E. und fällt steil O. — eine im ganzen einförmige mächtige Masse (14) feinkörniger Gneise und Schiefer, die durch ihre Structur und das dem reichlichen Sericit zu verdankende frische Aussehen sich deutlich unterscheiden von den Gneisen und Glimmerschiefern, welche in den bis jetzt behandelten Profilen das Hangende der Contactzone bildeten. Der Complex dieser Schiefer schiebt sich von Südwesten her zwischen den Tonalitkern und die gewohnten krystallinen Schiefer des Marlingerberges in Form eines Keiles ein, der östlich vom Hagelbach sich ausspitzt.

Die Schiefer sind gefältelt, sericitisirt, leicht gestreckt, in sich etwas verschoben, auf Zonen stärkster Verschiebungen selbst in gegeneinander verstellte und aufgeblätterte Stücke zerrissen, also als Reibungsbreccie ausgebildet (namentlich die besonders sericit- und muscovitreichen Varietäten sind zierlichst gefältelt); aber es liegt an ihrer Structur, dass Kataklase dabei im ganzen nur schwach eintrat. — Zu Quarz, Sericit oder gewöhnlichem Muscovit und Feldspath gesellt sich mehrmals brauner Biotit, dem bestimmte Contactmerkmale abgehen. Wenn zugleich mit dem Feldspath, dessen Menge sonst im allgemeinen umgekehrt proportional derjenigen des Sericites ist, der letztere ebenfalls zurücktritt, so bilden sich Quarzitschiefer aus. Zwar wiederholen sich identische Varietäten in verschiedenem Abstand von der Contactfläche, doch mehrt sich nach aussen nach und nach der Sericit, setzt sich zusammen zu Muscovitblättern und erzeugt dadurch dünnblättrige Muscovitschiefer. Am äusseren Flügel des Schieferaufschlusses ist das Streichen gedreht in die NNO—NO-Richtung bei 40—70° westlichem bis südwestlichem Einfallen. Hier treten (am linken Bachufer) einige nach ihrer Zusammensetzung vom allgemeinen Typus etwas abweichende Formen auf: In der einen derselben, die auch auf der Südseite der Ultenmasse und des Iffinger ansteht, bilden die Muscovit- und Chloritblätter als Hauptbestandtheile im Querschliff ein roh divergentstrahliges Gemenge, in dem neben Quarz und Feldspathkörnern und zackigen Pyritklumpen auch einzelne Turmalinkrystalle liegen; eine andere, hellgrau gneisige, stark gequetschte und turmalinführende Varietät ist wieder durchzogen von schmalen Bändern, Schnüren und Fäden von Turmalinfels; in einer letzten haben runde Quarzkörner von $^1/_2$ Centimeter

Digitized by Google

Durchmesser den Anlass zur Bildung von Augentextur gegeben. — Das mikroskopische Studium dieses Schiefermantels führte zur Beobachtung eines auffallend umgeformten, relativ grossen, sauren Plagioklas: Senkrecht zu den albitischen Zwillingsstreifen, die parallel der Gesteinsschieferung liegen, ist er in regelmässigen Abständen von zum grössten Theil ganz durch den Krystall durchgehenden und jetzt mit Chlorit und Sericit erfüllten Klüften durchsetzt, die ihn in etwa zwanzig Scheibchen zerlegt haben, von denen jedes vom anderen um etwa ein Viertel der eigenen Dicke abgehoben wurde und fast immer auch etwas seitwärts verschoben. Auch in dieser Art der mechanischen Umformung kommt die Feinkörnigkeit des Gesteins zum Ausdruck.

Durch diese anliegenden krystallinen Schiefer steigen Randtonalit, Aplite und tonalitische Porphyrite (15) gangartig auf, und zwar gegen den Kern hin in zunehmender Zahl. Verläuft die grosse Mehrzahl dieser tonalitischen Einlagerungen wenigstens nicht deutlich discordant zur Ebene der Schieferung und des Gesteinswechsels, so durchbrechen doch in der inneren Hälfte des linksseitigen Aufschlusses zwei Gänge das Hüllgestein senkrecht zur Paralleltextur; der eine derselben, 3 Decimeter mächtig, ist porphyrartiger Randtonalit, der andere, 1 Meter mächtig, Aplit. Die habituelle Verschiedenheit der Porphyritgänge beruht zum grössten Theil auf dem ungleichen Verwitterungsgrad (grauweisse bis chloritisch grüne bis rostbraune Farbe der Grundmasse), zum kleineren auf der wechselnden Grösse und der Art der vorherrschenden Einsprenglinge, der Menge derselben, sowie der Grundmasse. Der Durchmesser der grössten Einsprenglinge beträgt höchstens ein halb Centimeter, bei mehreren Formen nur wenige Millimeter. Ihrem petrographischen Charakter nach stimmen diese Porphyrite überein mit demjenigen vom Kirchenbach.

Der Rand des nächst liegenden Aufschlusses der altkrystallinen Gneise und Glimmerschiefer streicht erst hinter dem „Bad in der Lad“ durch, in einer Entfernung von circa 800 Meter von der Tonalitrandfläche; da auch exomorphe Contactmetamorphose, sowie der Hornblende-Tonalitgneisstreifen der drei östlichsten Profile fehlt, so ist die Festsetzung des äusseren Randes der Contactzone unsicher. Spärliche Blöcke von gneisartigem Hornblendetonalit, die im Wiesenbach liegen, deuten allerdings darauf hin, dass dieses Gestein auch in dieser Region am Bergabhang wieder einsetzt.

Digitized by Google

B. Südwestlicher, südlicher und südöstlicher Rand der Tonalitmasse.

St. Pankraz—Platzerjöchl.

Von St. Pankraz bis aufs Platzerjöchl behält die Umrandung des Tonalits denselben Charakter bei wie im Profil 7, auch was die Abwesenheit von Contactspuren anbelangt. Im unteren Theil des Wiesenbachbettes sind die Phyllite, Chloritphyllite und Gneise mit ihren Porphyriteinlagerungen bloßgelegt; vom Jöchl an ostwärts gehend, durchschneidet man sie ebenfalls und begegnet erst etwas östlich vom Haus Gfroll wieder dem Tonalitkern. Das schon am äusseren Rand des Schieferaufschlusses bei St. Pankraz beobachtete NO-Streichen wird beibehalten und geht wiederholt in die O—E-Richtung über. Das Fallen ist meist saiger, selten südlich, noch seltener steil nördlich. Diese breite Schieferzone streicht am südwestlichen Rand der Tonalitmasse vorbei und trennt also die Kernmasse des Laugenspitzquarzporphyrs mit ihrer östlichen Conglomerat- und Breccienvorlage von der Ultener Tonalitmasse.

Die meisten der eingelagerten Porphyritgänge und Lagergänge ähneln jenen hinter St. Pankraz. Solche aus der Nähe des Massivrandes sind mit Leichtigkeit als zur Tonalitgefolgschaft gehörig zu erkennen. Ob letzteres von allen entfernteren auch gilt, oder ob einzelne vom Quarzporphyrkern ausgestrahlt sind, konnte mangels guter, frisches Material liefernder Aufschlüsse noch nicht mit Sicherheit entschieden werden. Jedenfalls kommen mehrere dieser Gänge dem Laugenspitzquarzporphyr nach Habitus, mineralogischer Zusammensetzung und Structur sehr nahe, was beim granitischen Charakter unseres Kerntonalits zu erwarten ist.

Noch einfacher gestaltet sich der Contact an der eigentlichen Süd- und Südostflanke der Masse vom

Platzerjöchl—Mitterlana.

Hier lassen sich drei von Westen nach Osten auf einander folgende Theile unterscheiden:

Das hinterste Stück umfasst die Aufschlüsse unterhalb Platzers und bietet krystalline Schiefer und Porphyrite.

Das mittlere reicht von da bis in die Umgebung von Völlan und enthält den Contact des Tonalits mit Grödener Sandstein und Röth (16).

Digitized by Google

Das letzte erstreckt sich von Völlan bis an den Rand des Etschbodens hinunter; der Quarzporphyr der Bozener Decke und dessen Liegendes tritt an das Massiv heran. Von einer Contactzone kann man hier nicht mehr sprechen, nur noch von einer Reihe von Contactpunkten, die entlang einer einzigen Contactfläche liegen.

Unterhalb Platzers steht im Brandisbach etwa 50 Meter oberhalb der oberen Sägemühle wieder Quarz-Glimmerporphyrit an in einem grünen und einem fleischfarbenen Verwitterungsstadium. Darunter liegen mit SE-Streichen und 40° SO-Fallen jene schon im Profil 7 erwähnten chloritreichen Muscovitschiefer mit schwach radiärer Textur; ihnen ist ein silberheller, etwas gneisartiger Muscovitschiefer eingelagert, der in derselben Ausbildung auch unterhalb Maloyer ansteht. Am Südabhang des Platzerjöchls wurde auch ein Gneisglimmerschiefer angetroffen, der SE. streicht, dabei unter wechselndem Winkel NE. fällt.

Unterhalb der unteren Sägemühle begegnet man einer noch mächtigeren Entblössung von ziemlich frischem Quarz-Glimmerporphyrit, und zwar in allen mechanischen Facies vom massigen durch den Flasergneis hindurch bis zum Porphyritschiefer.

Der massige ist in zwei Formen vertreten:

1. Als eine normale, weiss, grau und dunkelgrün gesprenkelt, mit feiner annähernd rein mikrogranitischer Grundmasse; unter den Feldspath-Einsprenglingen herrscht Plagioklas fast allein. Die gneisigen und schiefrigen Abarten streichen NE. und fallen steil NO. bergwärts ein.

2. Als eine hellblau und gelblichweiss gefleckte saurere Varietät, die in etwa 1 Centimeter dicke Platten abgesondert ist. Die Einsprenglinge sind durchweg kleiner als in der ersten Form; der Biotit ist spärlicher, wogegen Orthoklas neben Plagioklas stärker zur Geltung kommt.

Die Quarz- und auch manche Feldspatheinsprenglinge zeigen kräftige Aureolen.

Da jenseits des Baches bald die triadischen Sedimente anstehen, liegen diese Quarzglimmerporphyrite am Südrand des Massivs und sind offenbar als Gänge aufzufassen, die der Kern südwärts entsendet hat; der Tonalit ist in der Umgebung leider nirgends entblösst.

Unterhalb dieser Stellen tritt der Bach in die Trias ein. Der Contact des Buntsandsteins mit dem Tonalit ist am Lahbach an

Digitized by Google

der Stelle, wo ihn der Weg vom Tratter nach Platzers überschreitet und in einer steilen Runse östlich dem Tratter aufgeschlossen. Auf der ganzen Strecke ist der Sandstein sammt dem anliegenden Röth an die Contactfläche angefaltet, während seine Lagerung entfernt vom Contact viel weniger gestört zu sein scheint. Wie die Vergleichung mit den Varietäten in einem Steinbruch unterhalb des Völlanerbades zeigt, sind der Contactfläche entlang nirgends Spuren von exomorpher Contactmetamorphose zu finden, auch in den Kalkplatten des Röth nicht, wo er an die Contactfläche herantritt. Der Tonalit selber weist zwar wieder saure Adern und basische Ausscheidungen auf und die Anzeichen starker mechanischer Inanspruchnahme, aber er behält bis an den Rand sowohl in chemisch-mineralischer als in structureller Hinsicht den normalen Charakter bei.

Negativ auch war das Ergebnis der Bemühung, auf der letzten Strecke des südlichen Contactrandes exomorphe oder endomorphe Contactmetamorphose zu finden. Im kleinhügeligen Gelände um das Dorf Völlan ist Quarzporphyr mehrfach aufgeschlossen; der isolirte Tonalitstreifen z. B., der auf der Karte von C. W. C. Fuchs [1] nach Norden zieht, ist auch als Quarzporphyr anzugeben. An der Ostabdachung der Völlaner Terrasse streichen graugrüne Conglomerate und Sandsteine gegen den Tonalit heran; in der Nähe der Contactfläche, die nirgends aufgeschlossen ist, sind sie aufgerichtet, in linsige Schuppen aufgelöst und mit Rutschstreifen und -spiegeln bedeckt.

Im Anschluss an die Behandlung der Contactzonen mögen noch zwei Ganggesteine angegeben werden, die centralen Partien des Kerns angehören; das eine davon liegt in der Nähe des Ausserhofs, das andere streicht durch das Höllenthal.

1. Beim Akazienwäldchen östlich vom Ausserhof enthält der normale Tonalit eine circa 15 Quadratmeter grosse fleckenförmige Einlagerung von grünem, sehr feinkörnigem Diabas, leicht kenntlich an der Structur und der mineralischen Zusammensetzung. Er ist ähnlich demjenigen, den U. Grubenmann am Kratzbergsee östlich vom Iffinger aufgefunden hat [8, pag. 195], nur fehlt ihm, wie Merkmale der Dynamometamorphose überhaupt, so auch die Uralitisirung des Augits; dagegen ist er ziemlich stark chloritisirt. Zwei kleinen Streifen desselben Gesteins, der eine 1 Meter, der andere 3 Decimeter mächtig, begegnet man in etwas stärker ver-

Digitized by Google

ändertem Zustand wenig nördlich vom Ausserhof. Ihre geringe Mächtigkeit zusammen mit dem Umstand, dass der Tonalit vermittelst eines aplitischen Saumes an sie angrenzt, machen es wahrscheinlich, dass sie bloss als freilich sehr mächtige stark basische Ausscheidungen aufzufassen sind. Sehr stark verwittert und geschiefert scheint derselbe Diabas als ganz schmaler Zug in der untersten Region der Raffeinertobel-Contactzone vorzukommen.

2. Durch die Höllenthalschlucht zieht ein basaltisch schwarzer Spessartitgang, circa 1 Meter mächtig, parallelepipedisch gebankt. Der Tonalit verändert sich nur insoweit gegen das Salband hin, als die Feldspäthe hier röthliche Farbe annehmen.

Am Rand, wo das Ganggestein von blossem Auge dicht erscheint, enthüllt das Mikroskop holokrystallinporphyrische Structur mit spärlichen Einsprenglingen von farblosem Augit und einer Grundmasse, die weitaus vorwiegend aus grünlichbraunen schlanken Hornblendeprismen, untergeordnet auch aus kleinen bis mikrolithischen Augiten, aus Plagioklas, Titanit und ziemlich reichlichen Magnetitkörnchen besteht. In der Mitte des Ganges, wo panidiomorph-feinkörnige Structur herrscht, halten sich braune Hornblenden und sehr blassviolette Augite die Wage und es haben sich ihnen Biotitblätter beigemischt, die bei makroskopischer Betrachtung schon hervortreten. Der unfrische Feldspath spielt mehr die Rolle einer Kittmasse. An der einen Tobelwand ist der Gang in 2 Aeste gespalten, die ein Stück normalen Tonalit umfassen; an derselben Stelle hat er auch eine kleine horizontale Verwerfung erlitten.

II. Die Contactzone um die Iffingermasse.

(Vergleiche Planskizze auf Taf. XI.)

Viel stärker als die Ulten- kommt die Iffingermasse orographisch zur Geltung, obwohl sie nicht breiter ist. Ist die Ultenmasse ein auch auf dem Rücken bewaldeter, im ganzen weich geformter Höhenzug, so erhebt sich die Iffingermasse hoch über die Vegetationsgrenze und bildet vom Iffinger bis zum Plattenjoch einen Kamm breithöckeriger Gipfel, die sich in ihrer schroffen regellosen Durchklüftung und grauen Farbe schon von weitem scharf abheben von den runzelig durchfurchten tiefrothen Spitzen der nördlichen krystal-

Digitized by Google

linen Schiefer und dem einförmigen Hochplateau der südlichen Porphyrdecke und ihrer Sandsteinauflagerung. Die Axe der Tonalitmasse ist NE. gerichtet, der Tonalitkamm aber schief dazu NNE—N. Gleich wie in der Ultenmasse liegt auch hier die nordwestliche Erosionsbasis viel tiefer als die südöstliche, weswegen die Passeierseite tiefer durchfurcht ist als die gegenüberliegende.

Auf beiden Seiten steigt die Contactlinie von der Thalsohle bei Meran allmählich auf zu einer maximalen Erhebung von 2402 Meter beim Plattenjoch, beziehungsweise 2127 Meter beim Missensteinjoch; beide fallen dann, einander sich immer mehr nähernd, am Westabhang des Penserthales zur Tiefe, wobei die östliche Linie schon nördlich Rabenstein die Kiesebene des Talferbaches erreicht. Bei der Plattenjochkehle überschreitet die nordwestliche Contactfläche die Wasserscheide und tritt auch auf die Ostabdachung hinüber. Die ganze Ostseite des Iffinger-Hirzerkammes ist unterhalb der kahlen Felsenregion überschüttet mit Tonalitmoränen, in welche die Seitenbäche des Sag- und Talferbaches sich eingegraben haben. Es wurden die Contactaufschlüsse von Meran bis Rabenstein geprüft. Die Behandlung der Contactzone wird sich zweckmässig in zwei Theile gliedern, in die Darstellung der Verhältnisse entlang dem südöstlichen und östlichen Rand des Massivs einerseits und derjenigen am Nordwestrand andrerseits.

Die unerwartete Einfachheit im Aufbau der beiden Zonen und die Gleichförmigkeit in den Profilen derselben Zone macht die Beschreibung der einzelnen Profile unnöthig. Da die Verhältnisse zudem sich nach petrographischer Beschaffenheit und Tektonik an diejenigen in der Ultenmasse anschliessen, so kann auf diese Bezug genommen werden.

Die eingehendere Untersuchung ergab erfreuliche Bestätigung der Resultate, die in den früheren Arbeiten über den Iffinger, namentlich denjenigen von C. W. C. Fuchs [1], F. Teller [3 und 5], F. Löwl [6] und U. Grubenmann [7] niedergelegt sind.

A. Südöstlicher und östlicher Rand.

Die Contactlinie vom Hof zum „Kiendlbauer" bis zum Dorf Rabenstein nördlich Aberstückl gliedert sich in zwei Theilstrecken, die etwas östlich vom Naiferpass aneinanderstossen. Die westliche Strecke, der man entlang geht beim Aufstieg von Vernaun über Gsteir zum

Digitized by Google

Naiferpass ist dadurch charakterisirt, dass an die Tonalitmasse die Südtiroler Quarzporphyrdecke mit ihren Tuffen und Sandsteinen herantritt; in der östlichen, beziehungsweise nördlichen Strecke dagegen ist seitwärts des Eruptivgesteins eine mächtige Masse phyllitischer krystalliner Schiefer entwickelt. Eine ganz schmale Zone derselben Schiefer ist auch auf der ersten Strecke zwischen dem Tonalit und dem Porphyr, beziehungsweise Sandstein eingeklemmt. Beim „Kiendlbauer" stehen diese Schiefer bereits an; das Haus selber ist darauf gebaut; in grösserer Masse sieht man sie etwas weiter hinten links ob der Strasse, die nach Vernaun hinaufführt. Von Vernaun bis etwas östlich vom Naiferpass ist der Abhang, dem entlang der Contact verläuft, mit Tonalitblöcken bedeckt, so dass nirgends mehr eine Contactstelle sich zeigt; es blieb daher unsicher, wenn es auch wahrscheinlich ist, ob der Porphyr oder Sandstein selbst irgendwo an den Tonalit anstösst.

Auf der ganzen Süd- und Südostseite haben diese sericitreichen Phyllite von bald weisslicher, bald bläulichschwarzer Färbung uniformen Charakter und sind zum Theil identisch, zum Theil doch sehr nahe verwandt mit den krystallinen Schiefern vom S.-Rand der Ultenmasse, östlich vom Platzerjöchl. Da und dort gehen sie über in Muscovitglimmerschiefer mit oder ohne Biotit, oder sie werden granatführend. Als Einlagerungen kommen Knauer und Linsen von Quarz vor, mitunter reich an eingesprengtem Pyrit, ferner pegmatitische Nester und Linsen von Biotitgneis, der mit Tonalit in keiner näheren Beziehung steht. Ueberall sind die Schiefer gestreckt, gefältelt, versehen mit Clivagetextur, besonders intensiv bei „Kiendlbauer" und bei Vernaun. Sie streichen parallel dem Umriss des Tonalitkörpers und fallen an der Contactfläche, soweit man aus den Aufschlusspunkten einen Schluss ziehen darf, fast überall steil unter die im allgemeinen ungefähr senkrecht abfallende Grenzfläche des Tonalites ein. Entfernt von der Contactfläche wechselt, offenbar infolge von Faltung, das Fallen stark nach Betrag und Sinn. Deutliche Spuren von Contactmetamorphose habe ich nirgends gefunden.

Der Tonalit ist am Contact sehr stark mechanisch verändert. Unterhalb Vernaun ist er in einer 1—3 Meter breiten Randzone zu flaserigem bis schieferigem Tonalitgneis geworden. An mehreren andern Orten ist er mehr nach Art einer Reibungsbreccie zertrümmert, zum Beispiel auch nördlich der Kirchsteigeralp im Hintergrund einer

Digitized by Google

Schlucht, die vom Hochplattenjoch zum Sinichbach hinunterführt. Adern und Flecken von dieser mechanisch brecciösen, einheitlich graublauen Randform des Tonalites dringen vom Rand aus auch noch in das compacte, weiss und schwarz gesprenkelte Innere des Kernes vor und verlieren sich dort allmählich. Am Felberbach ist der mechanisch veränderte Tonalitrand durchzogen von einem aufs feinste von Verschiebungsflächen durchsetzten dunkelgraublauen, erdig lehmigen, stark wasserführenden Band. Dasselbe streicht ungefähr nordöstlich, fällt circa 40° nordwestlich gegen die Kernmasse ein und wechselt seine Mächtigkeit von 3—4 Decimeter bis zu wenigen Centimetern. Es stellt eine mehlige Zerreibungszone des Tonalits dar, wie sie auch in der Ultenmasse unweit Runstner in prachtvoller Ausbildung vorkommen. — Im übrigen bewahrt der Tonalit gegen den Contact hin die gewohnten Merkmale; wie in der Ultenmasse ist er durchbrochen von Aplit und bildet zuweilen basische Ausscheidungen. Nicht selten erkennt man unter den Bachgeröllen tonalitporphyritische Gesteine.

B. Nordwestlicher Rand.

Die Contactzone setzt sich auf dieser Seite nach Südwesten etwas weiter fort als die südöstliche Gegenzone, indem sie die Passer überschreitet und in der Gilfpromenade bei Meran noch einmal entblösst ist. Der Contact wurde im ganzen in etwa sieben Profilen, die in der beigegebenen Kartenskizze angedeutet sind, aufgeschlossen gefunden. Die Contactfläche streicht, der Axe des Massivs parallel, NE—ENE. und fällt etwa 50—70° nordwestlich, also auswärts. Auf derselben liegt mantelförmig concordant die krystalline Schieferhülle als Fortsetzung derjenigen, welche am Aichberg das Hangende der Contactgesteine bildet. Diese Auflagerung ist besonders schön zu beobachten an den Felsrippen, die vom grossen Iffinger gegen die Streitweider- und Grubenbodenalpen herausziehen. Die Hauptvarietäten sind auch hier grossblätterige, rostige, zweiglimmerige Gneise und Gneisglimmerschiefer, die gegen den Contact hin fast durchweg feiner körnig, weniger gut krystallisirt sind und den Charakter von kohligen bis quarzitischen Phylliten annehmen. Unter diesen gibt es solche, die gewissen Varietäten von der anderen Contactzone ähnlich sehen, aber im grossen und ganzen ist doch im Charakter der beidseitigen Schiefer ein deut-

Digitized by Google

licher Unterschied ausgeprägt. Die Amphibolite sind in der nordwestlichen Schieferhülle hier spärlich; viel auffälliger die weissen oder gelblichen und parallel dem Streichen grauweiss gebänderten Kalkmarmoreinlagerungen, von denen die nächsten schon wenige Meter ausserhalb der Contactzone durchziehen. Sie sind den krystallinen Schiefern in Form von wenige Decimeter oder Meter mächtigen Linsen und Bändern concordant zwischengeschaltet und haben denselben Charakter wie die viel mächtigeren Linsen am Nordabhang des Marlingerberges. Am Rand der Schiefer treten an mehreren Orten anscheinend amorphe, blassblaugraue bis schwarzblaue (kohlereiche) und wachsglänzende Kieselschiefer auf, die auch als Knollen in den Marmoren sich finden und aderartig die randlichen Tonalite durchtrümern.

Der Tonalitkern, für den wir wieder auf die Arbeit von U. Grubenmann [7] verweisen, wird gegen den Contact hin an mehreren Stellen etwas sauer und porphyrartig, tritt indessen nur selten (in der Umgebung des Plattenjochs beobachtet) selber an die Schiefer heran, sondern ist am Rand ersetzt durch mechanisch gneisigen Hornblendetonalit (etwas Biotit und Quarz führenden Diorit), ähnlich bis gleich demjenigen in den nächsten drei Profilen der Nordwestcontactzone der Ultenmasse; nur an der Gilf, wo die Beobachtung übrigens durch die Gärtnerischen Curanlagen sehr erschwert ist, wurde dieser nicht gefunden. Bis über 30 Meter mächtig, meist körnig, nur an beschränkten Stellen porphyrartig, umschliesst er schlierig geformte und vertheilte aplitische und basische (hornblendereiche und sehr feldspath- und quarzarme) Ausscheidungen und ist, auch gegen die Schiefer hin, von einem Aplitsaum begleitet; im Hornblendetonalitgneis und dem Rand des Kerntonalits entlang treten auch eigentliche Gänge auf: Aplite und Spessartite, beide an einem Ort mit panidiomorpher, am andern mit porphyrischer Structur; der Aplit an der Gilf ist granathaltig.

In allen Profilen nordostwärts von Schönna sind ferner in den randlichen Hornblendetonalitgneis 1—2 meist wenige Meter mächtige Zonen von krystallinen Schiefern eingelagert in denselben Ausbildungsarten, wie sie etwas weiter aussen den zusammenhängenden Mantel aufbauen. Im Profil ob den Kaaralpen konnte daran mit Wahrscheinlichkeit Contactmetamorphose constatirt werden. Dort enthält der eingeschlossene Biotitgneis nämlich in ziemlicher Zahl An-

Digitized by Google

dalusit, der zum grössten Theil nachträglich in Sericit verwandelt worden ist und so wenig wie der Biotit oder ein anderer Gemengtheil Contactstructur zeigt; Andalusit wurde in vom Contact entfernten Schiefern nirgends gefunden. Auch der Rand der zusammenhängenden Schieferhülle wurde nur an einem Ort in ein Contactgestein verwandelt, nämlich über der Gilf an der Strasse gegen die Zenoburg hinauf; es handelt sich dabei um einen dunkelblauen, feinkörnigen Andalusit-Biotitcontactgneis. — Die Thatsache, dass die tonalitischen Randvarietäten gleich den damit in Verbindung stehenden Schiefern intensive Kataklasstructuren aufweisen (grünliche Tonalitschiefer treten auch wieder auf), zeigt an, dass auch diese Contactzone besonders intensive Verschiebungen erlitten hat.

Eine vom allgemeinen Typus etwas abweichende Erscheinung zeigt das Profil am Plattenjoch. Etwas westlich unterhalb der Passlücke bildet der randliche Hornblendetonalitgneis einen Sporn in die Schiefer hinaus, so dass ein einige Meter mächtiger keilförmiger Complex von stark kohligen, schwarzblauen oder braunrostigen Schiefern von drei Seiten vom Intrusivgestein umgeben ist. Nur wo die Schiefer an der Tonalitgrenze abstossen, ist ihre Schieferung verworren; an ihrem inneren Rand sind sie von Tonalitaplitapophysen durchdrungen, die mehr oder weniger reichlich Turmalin enthalten und stellenweise als grobkörnige Pegmatite ausgebildet sind. Grosskörnige Pegmatite liegen als Blöcke im Schnuggenbach bei Eggerhof. Diese Bildungen sind ein schwacher Anklang an die quarzreichen Pegmatite und Turmalinhornfelse der Ultenmasse.

Am Süd- und Südostrand der Iffingermasse fehlen also die Anzeichen, dass dort ursprünglicher Eruptivcontact vorliegt, obwohl das Material nicht ungünstig für Contactmetamorphose gewesen wäre; es muss dort nach der Intrusion des Tonalites eine Absenkung stattgefunden haben entlang der Judicarienbruchlinie, wie Teller schon 1878 erkannte. Der nordwestlichen Randzone entlang ist exomorphe Contactmetamorphose zwar nur an einzelnen Punkten und schwach entwickelt und das Umfassen und Einschliessen von Schieferstücken durch den Tonalit könnte auch (wo die Schiefer nicht von Aplit- und Pegmatitapophysen durchsetzt sind) nachträglich mechanisch zustande gekommen sein. Dagegen sind überall endomorphe Randvarietäten des Tonalits in normaler Entwicklung vorhanden, und da ferner die Contactzone in ihrem Auf-

Digitized by Google

bau im grossen Ganzen nahe verwandt ist mit derjenigen am Nordwestrand der Ultenmasse, wo zweifellos primärer Contact vorliegt, so scheint die Vermuthung von Rothpletz [nach W. Salomon 9, pag. 179], dass auch am Nordwestrand der Iffingermasse die Grenzfläche zwischen Tonalit und Schiefer eine Verwerfungsspalte sei, nicht genügend begründet.

III. Zusammenfassung

der Resultate über die Contactzone der Ulten-Iffingermasse.

Die dünn linsenförmige Ulten-Iffinger Glimmertonalitmasse ist ausgezeichnet durch Asymmetrie ihrer Umrandung (siehe letztes Profil auf Tafel XII):

1. An der Nordwestseite streben concordant der im allgemeinen mit 50—70° auswärts fallenden Massivoberfläche altkrystalline Gneise und Gneisglimmerschiefer dachförmig gegen den Tonalitkamm hinauf, während dem Südostrand entlang Röthkalk, Buntsandstein, Quarzporphyr der Bozener Decke mit älteren Conglomeraten und Sandsteinen und Phyllite streichen. Die letzteren sind an den beiden Enden des Massivs entwickelt, besonders mächtig am nordöstlichen, stehen saiger oder fallen concordant der Tonalitrandfläche steil unter das Massiv ein. Als schmale, streckenweis ausbleibende Zone ziehen sie sich auch im Mittelstück zwischen dem Tonalitkern und dem anstossenden Sediment- und Quarzporphyrplateau durch.

2. Am Nordwestrand ist exomorphe und endomorphe Contactmetamorphose ausgeprägt und die Schieferhülle mit Pegmatiten durchsetzt.

Beides fehlt auf der Gegenseite.

Vom geschlossenen Tonalitkern zur zusammenhängenden Masse der krystallinen Schiefer führt in einem grossen Theil der Nordwestseite eine mannigfaltig gebaute Zone, worin mehr oder weniger krystallin entwickelte Glieder dieser Schiefer wechsellagern mit Tonalitrandvarietäten. Die letzteren stellen, wenn man absieht von den spärlichen normaltonalitischen und porphyritischen Formen, einen schlierigen Zerfall des Tonalitmagmas in aplitische (weit vorwiegend) und basische, zum Theil lamprophyrische Streifen dar, die gang- bis lagergangförmig den Schieferrand durchsetzen.

Digitized by Google

Der äusserste Streifen dieser tonalitischen Randgesteine besteht fast dem ganzen Nordwestrand entlang aus (Hornblende-) Tonalit, ähnlich dem Adamellokerngestein, aber basischer, in mechanisch gneisiger Facies.

Ausserhalb dieser Contactzone pflegen Contacterscheinungen im allgemeinen zu fehlen; innerhalb derselben sind solche von exomorphem Typus nur da deutlich entwickelt, wo eine besonders innige Einwirkung des tonalitischen Magmas auf die Schiefer stattfinden konnte. Sie ist am intensivsten im Raffeinertobel, bei Eckmann, hinter Forsthof und am Klausbach, weil hier das Magma die Schiefer und ihre amphibolitischen Einlagerungen völlig durchschwärmt, parallel der Schieferung auseinandergedrängt, kleinere und grössere Stücke abgetrennt und umschlossen hat. Das verbreitetste und bezeichnendste Contactproduct ist ein Turmalin führender Andalusit-Biotit-Contactschiefer oder -Fels, der von parallelen dünnen Aplit- bis Quarzfelslagen reich durchsetzt ist; sein Ausgangsmaterial war phyllitischer Thonschiefer.

In einer Reihe von Profilen ist zum Theil neben der besprochenen normalen noch die pneumatolytische Contactfacies entwickelt in Form von Topas führenden Turmalinhornfelsen und Turmalinquarziten, gebunden an Reibungsbreccien und häufig verknüpft mit pegmatitischen Apliten.[1])

Trotz vielfach durchgreifender Lagerung verlaufen in dieser complicirten Zone doch die Hauptcontactflächen von Eruptivgestein und Contactgestein parallel der Randfläche des Massivs und damit auch parallel den Berührungsflächen der concordant angelagerten Schiefer unter sich. Durch die ganze Breite der Contactzone verläuft die Ebene der Schieferung ebenso.

Nach der Erstarrung der Hauptmasse und der Gangnachschübe (Tratter, Höllenthal etc.) sank die südliche Randzone ab. Im Aufstauungsprocess der Alpen wurde der Massivkörper auf den Schrumpfungsklüften in sich verschoben; besonders ausgiebige Bewegungen vollzogen sich in der mechanisch schwächeren Randzone. Die Contactgesteine wurden zusammen mit den Gesteinen des Tonalitrandes

[1]) Es ist auffallend, dass nördlich von dieser Region des stärksten Eindringens von Tonalitmagma in den Schieferrand die Tonalitpegmatite am Marlingerberg auch in grösster Menge auftreten.

Digitized by Google

wieder geschiefert und theilweise ummineralisirt; sie liegen jetzt vor als geschieferte Contactfelse, geschieferte Aplite, Lamprophyre etc.

Dabei erlitt naturgemäss jedes Gestein und jedes Mineral die seinen physikalischen und chemischen Eigenschaften entsprechende Umformung oder Umwandlung. Beim Kerntonalit z. B. erhielten die aneinander sich verschiebenden mechanischen Einheiten die Form von (krummflächigen) Linsen, während die homogeneren, spröderen Aplite mehr die Form ebenflächiger, scharfkantiger Keile und Splitter zeigen. Thonschiefer wurde aufs feinste von Ablösungsflächen durchflochten und zerfiel in kleine Schüppchen.

Bei der geringen Festigkeit der Randzone sind die Gesteine derselben bei der Aufstauung im allgemeinen in kleinere mechanische Einheiten zerlegt worden als der Kern, wo bloss die durch die Abkühlung vorgebildeten Absonderungskörper aufeinander glitten. In allen Fällen wurden durch die gleitende Bewegung schuppen-, keil- oder linsenförmige Stücke erzeugt; jede andere Form wurde mehr und mehr auf diese zurückgeführt. Im Innern der mechanischen Einheiten konnten ursprüngliche Structuren, z. B. Hornfelsstructur oder Siebstructur von Contactmineralien erhalten bleiben.

Der Thonschiefer nahm durch reichliche Sericitentwicklung phyllitischen Charakter an; er wurde also am einen Ort (Raffeinertobel) durch Dynamometamorphose, am andern (Eckman, Klausbach) durch Contactmetamorphose (Andalusit-Biotitcontactfels) voller krystallinisch, aber die beiden Producte sind sehr verschieden nach Mineralgehalt und Structur. Gewissermassen die umgekehrte Wirkungsweise der Stauungsmetamorphose hat der Tonalit erlitten (Raffeinertobel, Eckmann), indem er zu dichten chloritischen Sericitschiefern wurde.

Ueber das Alter des Südtiroler Tonalitbogens lassen sich an der Iffinger-Ultenmasse keine entscheidenden Anhaltspunkte gewinnen. Der axiale Tonalitkamm ragt hoch über die beiderseitige Contactrandzone hinaus, deren Asymmetrie, zusammen mit dem complicirten Aufbau eines grossen Theils der nordwestlichen Zone und der Ausbildung der drei Contactfacies in derselben, die Haupteigenthümlichkeit des Massivs ist.

Digitized by Google

Die Anregung zur vorliegenden Arbeit ging von Herrn Professor Dr. U. Grubenmann aus, der anlässlich der Abfassung seiner Schrift: „Ueber den Tonalitkern des Iffinger bei Meran", es als wünschenswert empfunden hatte, dass die Contactverhältnisse dieses Massivs noch eingehender untersucht würden.

Die geologischen Beobachtungen und das petrographische Material sammelte ich in den Jahren 1897 und 1898 auf drei längeren Excursionen im Gebiet; die Untersuchung der Gesteine wurde ausgeführt im mineralogisch-petrographischen Institut des schweizerischen Polytechnicums unter Leitung von Herrn Prof. Dr. U. Grubenmann.

Meinem lieben Lehrer möchte ich auch an dieser Stelle für seine stete Antheilnahme an diesen Contactstudien, für die vielfältige Förderung, insbesondere auch durch Ueberlassung von Literatur und Vergleichspräparaten meinen herzlichsten Dank aussprechen.

Verzeichnis der benutzten Literatur.

1. C. W. C. Fuchs: Die Umgebung von Meran mit einer Karte. (Neues Jahrb. f. Mineralog., Geol. und Pal., 1875.)

2. R. Lepsius: Das westliche Südtirol, mit geologischer Karte, 1878.

3. F. Teller: Ueber die Aufnahmen im untern Vintschgau und im Iffingergebiete bei Meran. (Verhandlungen der k. k. geol. Reichsanst., 1878.)

4. G. Stache: Die geologischen Verhältnisse der Gebirgsabschnitte im Nordwesten und Südosten des untern Ultenthales in Tirol. (Verhandlungen der k. k geol. Reichsanst. 1880.)

5. F. Teller: Zur Tektonik der Brixener Granitmasse und ihrer nördlichen Umrandung. (Verhandlungen der k. k. geol. Reichsanst. 1881.)

6. F. Löwl: Die Tonalitkerne der Rieserferner in Tirol. (Petermann's Mittheilungen, 1893.)

7. U. Grubenmann: Ueber den Tonalitkern des Iffinger bei Meran. (Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, 1896, Jubelband.)

8. U. Grubenmann: Ueber einige Ganggesteine aus der Gefolgschaft der Tonalite. (Tschermak's Mineralog. und Petrographische Mittheilungen, Bd. XVI, Heft 3/4.)

9. Wilhelm Salomon: Ueber Alter, Lagerungsform und Entstehungsart der periadriatischen granitisch-körnigen Massen. (Tschermak's Mineralog. und Petrographische Mittheilungen, Bd. XVII, Heft 2/3.)

Digitized by Google

XVII. Das Mineralwasser von Árva-Polhora (Ungarn).

Von **W. Kalmann** und **M. Gläser.**

Am 8. December 1898 übersandten uns die Herren Vigassy und Fijalkowski, Eigenthümer des Bades Árva-Polhora in Ungarn, das Mineralwasser ihrer Curanstalt mit dem Ersuchen, dasselbe einer chemischen Analyse zu unterziehen, nachdem dasselbe schon seit einer Reihe von Jahren nicht mehr chemisch untersucht worden war. Da die Herren Badeeigenthümer weiters uns den Wunsch äusserten, die Resultate dieser Untersuchung in einem Fachjournale zu veröffentlichen, so soll im nachfolgenden hiemit Bericht erstattet werden.

Das eingesandte Wasser befand sich in einem gut verschlossenen Glasballon, der mit dem Siegel der Gemeinde Árva-Polhora versehen war, und lag auch ein mit demselben Siegel ausgestattetes Begleitschreiben vor, das die Füllung des Glasballons mit dem Wasser des Badebrunnens durch die Unterschriften des Notars und Richters des Ortes bestätigt.

Das Wasser war klar, von schwach gelber Farbe, reagirte auf Lackmuspapier violett, besass einen schwachen, an Jodoform erinnernden Geruch und setzte bei längerem Stehen an der Luft einen flockigen, rostfarbigen Niederschlag ab.

Bei Ausführung der Analyse hielten wir uns im allgemeinen an den Gang der Mineralwasseranalyse, wie er in R. Fresenius, Anleitung zur quantitativen chemischen Analyse II angegeben ist; die Bestimmung der Halogene aber wurde von dem einen nach der in Bunsen's Anleitung zur Analyse der Aschen und Mineralwässer angegebenen Methode durchgeführt.

Die vorgenommenen Bestimmungen ergaben die in nachstehender Tabelle verzeichneten Resultate:

	Kalmann	Gläser	Mittel
Dichte bei 15° C.	1·02176	1·02180	1·02178
1 Liter Wasser (Temperatur = 15° C.) enthält:			
		Gramm	
Kali — K_2O	0·15374	0·14794	0·15084
Natron — Na_2O	14·77314	14·71527	14·74420

Digitized by Google

	Kalmann	Gläser	Mittel
	Gramm		
Lithion — Li_2O	0·14287	0·14616	0·14451
Kalk — CaO	0·46073	0·46542	0·46307
Baryt — BaO	0·02779	0·02714	0·02746
Strontian — SrO	0·12163	0·12501	0·12332
Magnesia — MgO	0·14696	0·14928	0·14812
Eisenoxydul — FeO	0·05761	0·05446	0·05603
Chlor — Cl	17·66901	17·65318	17·66109
Brom — Br	0·11153	0·11514	0·11333
Jod — J	0·04115	0·04103	0·04109
Schwefelsäure — SO_3	0·03011	0·03131	0·03071
Kohlensäure — CO_2	0·23760	0·23540	0·23650
Phosphorsäure — P_2O_5	0·00406	0·00351	0·00378
Borsäure — B_2O_3	0·19648	0·19117	0·19382
Kieselsäure — SiO_2	0·00800	0·00930	0·00865
Organische Substanz	0·04312	0·05250	0·04781
Fixer Rückstand	30·13650	30·14720	30·14185

Auf Grund der gefundenen Mittelwerte wurde folgende nähere Zusammensetzung berechnet:

1 Liter Wasser (Temperatur = 15° C.) enthält:

Chlornatrium — $NaCl$	27·52243	Gramm
Chlorkalium — KCl	0·23866	„
Chlorlithium — $LiCl$	0·40844	„
Chlorcalcium — $CaCl_2$	0·51657	„
Chlormagnesium — $MgCl_2$	0·26666	„
Jodmagnesium — MgJ_2	0·04504	„
Brommagnesium — $MgBr_2$	0·13058	„
Schwefelsaurer Baryt — $BaSO_4$	0·04179	„
Schwefelsaures Strontium — $SrSO_4$	0·03758	„
Kohlensaures Strontium — $SrCO_3$	0·14549	„
Kohlensaurer Kalk — $CaCO_3$	0·36111	„
Kohlensaures Eisenoxydul — $FeCO_3$	0·09027	„
Borsaures Natron — $Na_2B_4O_7$	0·27979	„
Phosphorsaures Natron — Na_3PO_4	0·00874	„
Kieselsäure — SiO_2	0·00865	„
Organische Substanz	0·04781	„
	30·14961	Gramm

Digitized by Google

Bei der seinerzeit von Prof. C. v. Than ausgeführten Analyse (einem Prospectus der Curanstalt entnommen) wurde per 1 Liter Wasser gefunden:

Lithion — Li_2O	0·05464	Gramm
Chlor — Cl	27·10427	„
Brom — Br	0·07008	„
Jod — J	0·02211	„

Sonach ist der Gehalt des Wassers an Chlor um etwa $^1/_3$ gesunken, hingegen der Gehalt an Brom um beiläufig $^1/_3$, an Jod auf fast das Doppelte, an Lithion um circa das Dreifache gestiegen. Der gegenwärtig sehr hohe Lithiumgehalt erscheint uns besonders beachtenswert.

Nachdem schon im Jahre 1864 durch Prof. v. Than darauf hingewiesen wurde, dass die Darstellung der Mineralwasser-Analysen, indem man die gefundenen Säuren und Basen an einander bindet, eine willkürliche sei, weshalb von verschiedenen Chemikern ausgeführte Analysen eines und desselben Wassers eventuell mit einander gar nicht direct verglichen werden können, und daher von ihm der Vorschlag gemacht wurde, die Analysen der Mineralwässer so anzugeben, dass man die Bestandtheile in Aequivalentprocenten ausdrückt, worauf in neuerer Zeit Hofrath Prof. E. Ludwig neuerdings aufmerksam machte, so soll auch noch die Zusammensetzung des untersuchten Wassers nach dem v. Than'schen Vorschlage verzeichnet werden (berechnet aus den Mittelwerten).

K	0·6203	100
Na	92·0538	
Li	1·8630	
$^1/_2Ca$	3·2064	
$^1/_2Ba$	0·0698	
$^1/_2Sr$	0·4614	
$^1/_2Mg$	1·4229	
$^1/_2Fe$	0·3024	

*

Digitized by Google

Cl	96·8526	
Br	0·2760	
J	0·0622	
$^1/_2SO_4$	0·1497	100
$^1/_2CO_3$	2·0899	
$^1/_3PO_4$	0·0311	
$^1/_2B_4O_7$	0·5385	

*

SiO_2	0·0575

Es sei noch bemerkt, dass bei Berechnung der Analysenresultate die neu vereinbarten Atomgewichte ($O = 16·00$) zur Anwendung gelangten.

Bielitz, Laboratorium der k. k. Staatsgewerbeschule, März 1899.

Digitized by Google

XVIII. Natürliche Färbungen der Mineralien.

II. Mittheilung von **Lothar Wöhler** und **K. v. Kraatz-Koschlau.**

Mittheilungen aus dem mineralogischen Institut und dem chemischen Laboratorium d. techn. Hochschule Karlsruhe i/B.

(Mit einer Figur im Texte.)

Nachdem es uns gelungen war, in gefärbten Mineralien, deren Farbe sich durch Erhitzen zerstören liess, organische Stoffe in ziemlicher Verbreitung nachzuweisen, haben wir in der Folge versucht, diese organischen Stoffe ihrer Natur nach zu deuten. Dabei machten sich hauptsächlich drei Umstände als hindernd bemerkbar: 1. die Schwierigkeit, reines Mineralmaterial in genügender Menge zu beschaffen; 2. wurde die Untersuchung erschwert durch die geringe Quantität vorhandener organischer Substanz und 3. dadurch, dass für organische Verbindungen keine so specifischen, eindeutigen Identitätsreactionen existiren wie bei den anorganischen: Nur Gruppenreactionen sind anwendbar, denen zur speciellen Identificirung eine Elementaranalyse der gereinigten Substanz folgen muss, für welche die vorhandene Menge entfernt nicht genügte. Die Gruppenreactionen aber mussten — eben wegen der geringen Substanzmenge — mikrolytisch erfolgen, wobei noch die fehlende Einheitlichkeit der erhaltenen Substanz hindernd im Wege stand. Es sind demnach auch unsere endlichen Resultate verhältnismässig geringe.

Diejenigen Mineralien, von denen wir genügende Mengen zur Untersuchung erhalten konnten, waren Zirkon (käuflicher amerikanischer von Henderson Co., N. C.), Rauchquarz vom Gotthard und Cölestin von Gembeck.

1. Zirkon. Bei der Untersuchung des Zirkons kamen 800 Gramm ungepulverter, durch Aether, Alkohol und Wasser gereinigter, lufttrockener Krystalle zur Verwendung. Die in zwei zur Vermeidung von Oxydation mit Kohlensäure gefüllten Röhren bis zur Rothglut erhitzten Krystalle liessen folgendes erkennen. Nach dem Erhitzen war dicht hinter dem erhitzten Theile der Röhre ein weisser Ring und etwa 2—3 Cubikcentimeter augenscheinlich grösstentheils wässe-

Digitized by Google

rige Flüssigkeit sichtbar. Beim Oeffnen der Röhren bemerkte man einen starken Geruch, ähnlich dem bei der trockenen Destillation oder Oxydation von Eiweiss und Knochensubstanz auftretenden. Die wässerige Lösung ward ausgegossen und nach Zusatz von einigen Tropfen Salzsäure eingedampft, das Rohr mit Aether und Aetheralkohol ausgespült. Die mit Salzsäure versetzte wässerige Lösung lässt beim Verdunsten isotrope Krystallskelette vom Aussehen des Chlorammoniums zurück, zwischen denen sich noch andere, undeutlich krystallisirte Substanz befindet. Die regulären Krystallskelette (ca. 0·05 Gramm) geben mit Nessler's Reagenz deutliche Orangefärbung, mit Kalilauge erwärmt auf übergehaltenem, mit salpetersaurem Quecksilber getränktem Papier deutliche Schwarzfärbung, mit Platinchlorid ein in regulären Oktaëdern krystallisirendes Doppelsalz, so dass die Krystallskelette als Chlorammonium zu deuten sind, die Anwesenheit von Ammoniakstickstoff danach anzunehmen ist. Neben dem Ammoniumdoppelsalz erscheint ein anderes Platinsalz in langen doppelbrechenden Nadeln mit schiefer Auslöschung, also monoklin oder triklin krystallisirend.

Der Aetherauszug hinterlässt ohne Salzsäure eingedampft und unkrystallisirt, schwach doppeltbrechende Krystalle von würfelähnlichem Umriss. Ein Theil derselben erzeugt mit Goldchlorid geringe Mengen eines Golddoppelsalzes. In der Aetheralkohollösung entstehen nach dem Eindampfen mit Salzsäure reguläre Krystalle, welche mit Platinchlorid reguläre Oktaëder von Ammoniumplatinchlorid ergeben.

Es ist danach im Zirkon das Vorhandensein von stickstoffhaltiger und einer anderen organischen Substanz, die gut durch ihren Geruch wahrnehmbar war, deren Natur jedoch durch Reactionen nicht festgestellt wurde, nachgewiesen.

Für das nachgewiesene Ammoniak liegt die Frage nahe, ob es im Mineral ursprünglich als solches vorhanden oder erst durch den Zerfall ammoniakstickstoffhaltiger Körper entstanden ist. H. Erdmann hat das Vorkommen von Ammoniakstickstoff in verschiedenen Mineralien (Polykras, Euxenit, Columbit, Yttrotitanit, Orthit, Ytterspath, Fergusonit, Gadolinit, Aeschynit, Samarskit, Carnallit) nachgewiesen[1]) und unterscheidet den Stickstoff der Mineralien im Urge-

[1]) H. Erdmann, Vorkommen von Ammoniakstickstoff im Urgestein. Berl. Ber. 29. II. 1710, (1896).

Digitized by Google

stein principiell — der Entstehung nach — von dem im Carnallit vorhandenen. Bei seinen Versuchen war jedoch die Anwesenheit des Ammoniaks schon durch den Geruch beim Erwärmen leicht zu erkennen und unschwer qualitativ und quantitativ nachzuweisen. Wir konnten jedoch beim Erhitzen über der Bunsenflamme freies Ammoniak (Reaction mit Quecksilberoxydulnitrat und Geruch) mit Sicherheit nicht nachweisen, so dass es wohl für möglich, ja wahrscheinlich gelten muss, dass im Zirkon das Ammoniak erst secundär, durch Zersetzung complicirterer organischer Verbindungen beim Erhitzen entstanden ist.

2. Rauchquarz. In ähnlicher Weise wie Zirkon wurde Rauchquarz vom St. Gotthard (ca. 220 Gramm) untersucht. Derselbe riecht beim Erhitzen stark organisch, nach Kohlenwasserstoff oder Fettsäure, und gibt bei der Destillation einen festen bräunlichen Ring und wässerige Flüssigkeit. Es wurde in der eingedampften, wässerigen, mit Salzsäure versetzten Lösung wiederum Chlorammonium, aber in sehr viel geringerer Menge erhalten, als im Zirkon; die Reactionen mit Nessler's Reagenz und Platinchlorid bestätigten dies Resultat; der Alkoholauszug gab keinen Rückstand. Der Aetherauszug wurde, weil der Geruch nach ranzigem Fett recht deutlich war, mit Kalilauge versetzt, filtrirt und eingedampft. Der Rückstand zeigte unter dem Mikroskop stark doppeltbrechende Krystalle von schwach schiefer Auslöschung. Um aus dem eventuell entstandenen Salz die freie Fettsäure zu erhalten, wurde mit Salzsäure eingedampft, dabei aber nur ein kaum merklicher Rückstand erhalten. Es ist danach nicht unmöglich, dass der gesuchte Körper bei den Operationen auf dem Wasserbad sich verflüchtigte, und es muss deshalb unbestimmt bleiben, welcher Art die zweifellos vorhandene organische Substanz war.

3. Amethyst. In jüngster Zeit behauptet Arnold Nabl in einer Mittheilung aus der Sitzung der Wiener Akademie der Wissenschaften vom 3. Februar 1899[1]), dass die Färbung des Amethysts auf Rhodaneisen zurückzuführen sei. Wir versuchten daher in dem von uns untersuchten Amethyst neben dem bereits bestimmten Kohlenstoff[2]) und Eisen auch den Schwefel nachzuweisen, dessen Gegenwart von genanntem Forscher festgestellt worden war. Wir benutzten

[1]) Chem. Ztg., 1899, pag. 148.

[2]) Kraatz u. Wöhler, d. Zts., XVIII. Bd., pag. 328.

Digitized by Google

dazu die Methode, den Schwefel im Sauerstoffstrom zu schwefliger Säure zu verbrennen, diese letztere mit Natriumhypobromit zu oxydiren und das Oxydationsproduct mit Bariumchlorid zu fällen. Es erschien zweckmässig, bei der oxydirenden Absorption der schwefligen Säure den Apparat anzuwenden, welchen Engler zur Bestimmung der geringen Mengen Schwefel im Petroleum vorgeschlagen hat.[1]) Wäre der von uns im Amethyst bestimmte Kohlenstoff als Rhodaneisen vorhanden, so müssten sich den gefundenen 0·009 Procent *C* entsprechend 0·024 Procent *S* darin finden, die 0·072 Procent H_2SO_4 bei der Oxydation ergeben würden. Zur Bestimmung wurden 11 Gramm brasilianischer Amethyst angewandt, welche eine Schwefelmenge entsprechend 0·008 Gramm Schwefelsäure enthalten müssten. Während noch der vierte Theil dieser Menge durch einen deutlichen Niederschlag von Bariumsulfat leicht nachweisbar ist, erhielten wir bei unserer Bestimmung keinerlei Trübung durch Bariumchlorid. Auch der besonders tiefviolette Amethyst der Auvergne (angw. Subst. 3·5 Gramm) ergab für Schwefel ein vollkommen negatives Resultat. Wir können danach den Befund A. Nabl's nicht bestätigen und müssen ausführlichere Mittheilungen abwarten. Erwähnt sei, dass für die Bestimmung vollkommen reines Brom dargestellt wurde, da das käufliche reichlich Schwefelsäure enthält.

Zur Vervollständigung der Kenntnis gefärbter Quarzvarietäten wurde auch der Citrin einer Prüfung unterworfen. Schön reingelbe (durch Krantz bezogene) Krystallbruchstücke von Caëtetes, Brasilien, wurden beim Erhitzen in der Wärme farblos, nach dem Abkühlen fast farblos mit einem Stich ins gelbliche. Während der Erwärmung trat Geruch nach organischer Substanz auf: Citrin verhält sich also ganz ähnlich wie Amethyst, der ebenfalls nach dem Erhitzen Spuren von Gelbfärbung zeigte, jedoch konnte Pyrophosphorescenz bei dem Citrin nicht beobachtet werden. Bei verschiedenen Perlenproben wurden Farben, die gegebenenfalls die Schwermetalle hätten anzeigen müssen, nicht beobachtet, so dass wohl auch beim Citrin organische Substanz als wesentliches Färbemittel angenommen werden darf, neben dem Spuren von anorganischer Substanz vorhanden sein mögen, auf welche die nachträgliche Hellgelbfärbung hinweist.[2])

[1]) Chem.-Ztg., 1896, II. Bd.

[2]) Dass Eisenoxyd nicht allein färbend sein kann, wie dies Nabl (l. c.) annimmt, geht aus dem Hellerwerden bei der Erwärmung hervor.

Digitized by Google

Der Feuerstein, bei dem von vornherein seiner Entstehung nach die Färbung durch organische Substanz vermuthet werden musste, wird beim Glühen im Reagenzrohr unter starkem Geruch heller, beim Schmelzen im elektrischen Lichtbogen vollkommen entfärbt und zu einem weissen Glase geschmolzen. Der Nachweis organischer Substanz ist damit erbracht, doch tritt Pyrophosphorescenz ebensowenig auf wie bei dem Citrin.

Auch im blauen Cölestin von Gembeck ist (nach unserer ersten Abhandlung) organische Substanz sicher nachgewiesen. Derselbe enthält allerdings, wie sich beim Erhitzen unter dem Mikroskop nachweisen lässt, zahlreiche Flüssigkeitseinschlüsse organischer Art, doch verschwindet auch bei ihm die Farbe durch Erwärmung. Wenn auch daher die Untersuchung der durch Destillation aus ihm erhaltenen Körper nicht mit Sicherheit ihre Identität mit der färbenden Substanz ergeben konnte, so wurde doch zum Vergleich mit anderen gefärbten Körpern eine Bestimmung versucht.

390 Gramm ausgelesener Krystallbruchstücke wurden im geschlossenen, mit Kohlensäure gefüllten Rohr bis zur Rothglut erhitzt. An beiden kaltgehaltenen Enden hatten sich wieder feste Substanz und Wassertröpfchen, die noch eine andere Flüssigkeit zu enthalten schienen, abgeschieden. Beim Oeffnen zeigte sich der charakteristische Geruch, den beim Erhitzen der Schneckensteiner Topas[1]) erkennen liess. Die Röhre wurde nun nacheinander mit Aether, Alkohol, Salzsäure, Wasser, Ligroin und Chloroform ausgespült. In Aether löst sich ein grosser Theil der erhaltenen Substanzen und nach dem Verdampfen bleiben kleine Tröpfchen mit gelblich scheinenden, doppeltbrechenden Krystallen zurück; der charakteristische Geruch war noch zu erkennen. Die Krystalle gehören zufolge ihrer Auslöschung nach zwei aufeinander senkrechten Axen dem rhombischen oder quadratischen System an. Auf Zusatz von Wasser und Salzsäure werden sie vollkommen gelöst und geben mit Platinchlorid ein in regulären Würfeln krystallisirendes Doppelsalz, ähnlich dem $(NH_4)_2\ PtCl_6$.

Im Salzsäureauszug war ebenfalls Substanz gelöst, die in trockenem Zustande Wasser anzog und mit Platinchlorid ein schön krystallisirendes, wahrscheinlich monoklines Doppelsalz gab.

[1]) Vergl. I. Mittheilung l. c.

Digitized by Google

Im Alkoholauszug finden sich zahlreiche wasserhelle Krystallskelette, welche schon ohne Salzsäure auf Zusatz von Platinchlorid einen dicken krystallinen Niederschlag liefern. Beim Erwärmen löst sich derselbe und gibt auf Zusatz von Salzsäure lange, schon makroskopisch sichtbare Krystalle von schiefer Auslöschung, vielleicht identisch mit den Krystallen des Salzsäureauszugs.

Der wässerige Auszug gibt auf Zusatz von Platinchlorid wahrscheinlich rhombische Krystalle.

Der Reinheit der Reagentien hatten wir uns durch Vorversuche versichert, so dass dem Befund nach mindestens drei verschiedene Doppelsalze vorliegen. Von diesen nähere Kenntnis zu gewinnen, auch nur den Schmelzpunkt der reinen Substanz zu bestimmen, war wegen der geringen Menge unmöglich. Es liegt nun infolge der Bildung der Platindoppelsalze die Annahme nahe, dass wir es mit homologen Körpern ein und derselben Reihe — vielleicht der Pyridin- oder Chinolinreihe — zu thun haben, und so wurde zur quantitativen Bestimmung des Stickstoffs noch eine volumetrische Analyse nach Dumas vorgenommen. Dieselbe ergab auf 135 Gramm angewandter Krystalle 1·8 Cubikcentimeter Stickstoff, die einem Gehalt von 0·0015 Gewichtsprocenten entsprechen.

Der Cölestin von Gembeck pyrophosphorescirt nicht immer, wie nach unserer früheren Angabe anzunehmen wäre.

Weinschenk hat schon früher angedeutet, dass zwischen Phosphorescenz und organisch-diluter Färbung ein gewisser Zusammenhang zu bestehen scheint.[1]) Wir haben dann gezeigt[2]), dass dieser Zusammhang thatsächlich vorhanden ist; es geht jedoch aus der Abwesenheit der Pyrophosphorescenz bei Cölestin von Gembeck, Feuerstein und Citrin hervor, dass nicht nothwendig mit organischer Pigmentirung Pyrophosphorescenz verbunden ist.

Auch die Beobachtungen von Jackson an künstlich dargestellten Kalksalzen zeigen, dass bei Gehalt an organischer Substanz Phosphorescenz häufig auftritt und bestätigen somit unsere früheren Beobachtungen. Ueberall, wo wir Pyrophosphorescenz, die beim fortgesetzten Erwärmen mit dem Geruch nach organischer Substanz verschwand, feststellten, war die Gegenwart dilut vertheilter orga-

[1]) Zts. f. anorg. Chem., 12.

[2]) D. Zts., XVIII, pag. 309 ss.

Digitized by Google

nischer Substanz nachweisbar, während allerdings dieser Satz eine Umkehrung nicht verträgt.[1])

Wir hatten am Schluss unserer ersten Mittheilung die Befürchtung ausgesprochen, es würden sich bei der Constitutionserforschung der gefundenen organischen Substanz grosse Schwierigkeiten ergeben und haben dieselben in der Einleitung bereits dargelegt. Nichtsdestoweniger ist es uns doch gelungen, festzustellen, dass in den aus den Mineralien gewonnenen Destillaten ein Gemisch von Kohlenwasserstoffen und mehreren organischen Basen vorliegt. Dass bei diesen Kohlenwasserstoffen auch ungesättigte zugegen sind, wird durch die besonders beim Topas constatirte Thatsache[2]) wahrscheinlich gemacht, dass sich das gewonnene Oel ähnlich wie Leinöl an der Luft mit einer festen Haut überzog, sich oxydirte. Die Zusammensetzung des Gemisches erinnert danach an die des rohen Petroleums, und in der That ähnelt auch der Geruch des Destillates oft mehr, oft weniger dem durch Druckdestillation aus Fischthran (nach Engler) hergestellten künstlichen Erdöl. Nach einer jüngst erfolgten Veröffentlichung[3]) ist Petroleum als Einschluss im Quarz gefunden worden und Nordenskjöld[4]) vermuthet bereits im Topas als Einschlüsse Körper der Naphthareihe. In welcher Form die organischen Verbindungen im Mineral vorhanden sind, wird sich nur durch ein physikalisches Studium der Einschlüsse entscheiden lassen, da die Constitution des Destillats nicht mehr für die ursprüngliche Zusammensetzung der färbenden Substanz massgebend zu sein braucht. Ein Zusammenhang zwischen färbender Substanz und Einschlüssen scheint oft wahrscheinlich, wie dies die Untersuchungen von Topas, Cölestin u. a. andeuten. Näheres hierüber denken wir in der Folge mittheilen zu können.

Anorganische Färbungen.

Die Schwierigkeiten, welche sich dem Nachweis und der Bestimmung anorganischer färbender Stoffe entgegenstellen, sind verschiedener Art: Sie beruhen theils auf der Unvollkommenheit unserer

[1]) Phil. Mag. and Journ. of Science, 1898, 46, pag. 402.

[2]) D. Zts., Bd. XVIII, pag. 331.

[3]) Chas. L. Reese, Petroleumeinschluss in Quarzkrystallen. Journ. Americ. Chem. Soc. 20, pag. 795—797.

[4]) N. J., 1886, I, pag. 242.

Digitized by Google

Untersuchungsmethoden, theils auf unserer Unkenntnis über das Färbungsvermögen der anorganischen Stoffe. Die färbenden Körper sind fast ausnahmslos nur in geringer Menge vorhanden und treten vielfach in solchen Mineralien auf, die sich nicht einfach lösen lassen, sondern wie die Silicate und manche Oxyde zum Nachweis erst aufgeschlossen werden müssen. Durch den Zusatz von Massen fremder Substanz zur Aufschliessung entstehen aber stets Fehlerquellen für den Gang der Untersuchung; denn einmal sind Reagentien nur mit viel Mühe und Zeitaufwand genügend rein zu erhalten (selbst die besten käuflichen Chemikalien sind dies für so feine Zwecke niemals), und dann liegt immer noch die Gefahr vor, dass beim Schmelzen die benutzten Gefässe — wir denken hier insbesondere an Platin — angegriffen werden und so zu fehlerhaften Befunden führen. Ausserdem wird durch den reichlichen Zusatz fremder Substanzen eine sehr starke Verdünnung des schon ursprünglich nur in geringen Mengen vorhandenen Färbemittels herbeigeführt und dadurch sein Nachweis erschwert oder unmöglich gemacht.

Aus diesen Gründen wurde nach einer ganzen Reihe vergeblicher analytischer Versuche die vergleichende, synthetische Methode zur Aufklärung der anorganischen Färbungen in Anwendung gebracht, die, wenn auch nicht mit Sicherheit, doch oft mit hoher Wahrscheinlichkeit über die Färbung Aufschluss gibt.

Um zuerst festzustellen, ob ein Mineral durch organische oder anorganische Substanz dilut gefärbt ist, muss man es im schwer schmelzbaren Reagenzrohr über dem Bunsenbrenner erhitzen. Alsdann verschwindet der organische Farbstoff stets. Auch die durch anorganische Substanz hervorgebrachte Farbe kann hiebei in seltenen Fällen verschwinden oder doch wenigstens sich wandeln. Ist aber bei der beschriebenen Behandlung der Farbstoff beständig, so dürfen wir ihn mit Sicherheit als anorganischen betrachten. Durch diese einfache Untersuchung wurden eine Reihe sicher anorganisch gefärbter Mineralien ermittelt, unter denen sich einige befinden, die man früher als organisch gefärbt betrachtet hat.

Im folgenden sollen immer diejenigen Mineralien zusammen behandelt werden, bei denen das gleiche Element als färbend nachgewiesen oder wahrscheinlich gemacht ist.

Färbungen durch Chrom: Bei der Betrachtung von Chromfärbungen wollen wir von den durch Zusatz von Chromoxyd oder

Digitized by Google

anderen Chromverbindungen künstlich hervorgebrachten Farben ausgehen. Aus den praktischen Erfahrungen der Glastechnik ist es bekannt, dass man durch Zusatz von Metalloxyden zu schmelzendem Glase gefärbte Glasflüsse erhält, welche je nach Temperatur und Dauer der Erhitzung bei gleichen Vorbedingungen verschieden gefärbt erscheinen können. Setzt man die Metalloxyde in grösserer Menge zu, so wird nach dem Erstarren der Lösung ein Theil in Krystallform ausgeschieden.[1])

Durch Anwendung von Chromoxyd ist es auf diese Art und Weise gelungen, sowohl schön grüne, als blaue Gläser zu erhalten. Grüne Farben erzeugt man durch Chromoxyd, welches aus dem hinzugefügten dichromsauren Kali entsteht und leicht im geschmolzenen Glase löslich ist. Ist der Chromgehalt zu hoch, so krystallisirt Chromoxyd in sechsseitigen Tafeln aus.[2]) Tiefblaue Gläser von grosser Schönheit erhielt André Dubois, indem er folgende Schmelzen anwandte: 135 Theile SiO_2, 51 Theile Al_2O_3, 295 Theile $BaCO_3$, 7 Theile K_2CrO_4 oder 135 Theile SiO_2, 51 Theile Al_2O_3, 148 Theile $BaCO_3$, 75 Theile $CaCO_3$, 9 Theile K_2CrO_4.[3])

Wie diese Gläser von Chromoxyd in fester Lösung gefärbt werden, so tritt auch in künstlich dargestellten Mineralien das Chrom als färbendes Agens auf, ob auch hier als feste Lösung oder als chemisch gebundener Bestandtheil, sei dahingestellt. Unter diesen sind auch weiteren Kreisen die von Frémy und Verneuil dargestellten Rubine und Sapphire bekannt geworden. Ihre Färbung wurde durch Zusatz von dichromsaurem Kali bewirkt, und zwar erhielten die Forscher dabei Krystalle, die den in der Natur auftretenden vollkommen in Bezug auf Krystallform, Härte und Farbe glichen, so dass in der gleichen Schmelze sowohl Rubine wie Sapphire entstanden; die Intensität der Farbe aber hing wesentlich von der Dauer der Erhitzung ab.[4])

Von den natürlichen Mineralien verdanken ihre Farbe der Analyse nach zweifellos dem Chromgehalt die folgenden: Chromgranat (grün), Chromspinell (grün), Chromdiopsid (grün), Fuchsit (grün), Kämmererit (violett).

---

[1]) Muspratt, Chemie, Bd. III, 1648.

[2]) Ebell, Polyt. Journ., 220, 66.

[3]) Cf. Berliner Ber., 1898, Igg. XXXI, pag. 1977.

[4]) E. Frémy u. A. Verneuil, Comptes rendus, 111, pag. 667—669.

Digitized by Google

1. Chromgranat . . . Cr_2O_3 4·95—23·45 Procent
2. Chromspinell . . . Cr_2O_3 in wechselnder Menge
3. Chromdiopsid . . . Cr_2O_3 0·25— 2·80 Procent
4. Fuchsit . . . . . Cr_2O_3 3·51— 3·95 „
5. Kämmererit . . . Cr_2O_3 0·9 —13·46 „

In diesen Mineralien ist das Chrom wesentlicher Bestandtheil der Verbindungen oder es tritt als isomorphe Beimischung ein und veranlasst in den vier ersten Grünfärbung, in Kämmererit Violettfärbung. In den zwei folgenden Mineralien sind dagegen neben Chrom noch andere färbende Metalle (Mangan und Eisen) vorhanden, so dass das Chrom nur mit Einschränkung als färbendes Princip darin angesehen werden kann:

Rothe Granaten von Meronitz Cr_2O_3 2 — 6·52 Procent
Grüner Turmalin . . . . . Cr_2O_3 4·32—10·86 „

Ausser den genannten Mineralien und Gläsern, welche also blaue, violette, grüne und rothe Chromfärbung zeigten, gibt es eine ganze Reihe von solchen, bei denen sich Chrom analytisch kaum oder nur in ganz geringen Mengen nachweisen liess, deren Farben aber durchaus denen der genannten Mineralien gleichen und die daher Färbung durch Chrom vermuthen lassen. Hieher gehören rother und violetter Spinell, Korund als Rubin, Sapphir und orientalischer Amethyst, Smaragd, grüner Zirkon und geglühter Topas von Villa rica, Brasilien.

Im Rubinspinell, der bald rubinroth, bald mehr violett gefärbt vorkommt, ist nach verschiedenen Analysen Chrom enthalten[1]) und somit, da der reine Spinell farblos ist, die Färbung durch Chromverbindungen wohl kaum zu bezweifeln.

Es wurde oben bereits darauf hingewiesen, dass es Frémy und Verneuil gelungen ist, Rubin und Sapphir, der zum Theil blau, zum Theil violett gefärbt war, herzustellen. Die Analogie zwischen künstlichen und natürlichen farbigen Korunden wird dadurch noch grösser, dass man, wie wir beobachten konnten, natürlichen blauen Sapphir durch Erhitzen bei Rothglut in hellvioletten überführen kann. Es war uns jedoch nicht möglich, im Sapphir oder Rubin analytisch Chrom nachzuweisen. Hingegen konnte durch Erhitzen vor dem Gebläse gezeigt werden, dass die Farbe nicht ver-

[1]) Wöhler, Mineral. Analyse, pag. 24.

Digitized by Google

schwindet und also nicht organischen Ursprungs sein kann, wie manche Autoren annehmen wollen.[1]) Wir versuchten nun die untere Grenze zu bestimmen, bei welcher eine Chromverbindung noch färbend wirkt, und fanden, dass z. B. Chromsulfat in Mischung mit Soda und Salpeter bei Gegenwart von nur 0·006 Procent *Cr.* eine gefärbte Schmelze ergibt, eine Menge also, welche sich quantitativ nicht einwandfrei bestimmen lässt. Um die Färbung von Korund nach Frémy und Verneuil herzustellen und zu beobachten, ob durch Veränderung der Bedingungen, durch Variirung insbesondere der Chrommengen, andere, als die von Frémy und Verneuil wahrgenommenen Farben entstehen können, und um zugleich die untere Grenze festzustellen, bei der das Chrom hocherhitzte Thonerde noch färbt, glühten wir im Rössler'schen Ofen, der vom grössten Teclu-Brenner geheizt wurde, ein Gemisch von Fluorbarium und reiner Thonerde mit $^1/_6$ Procent Kaliumbichromat 72 Stunden hindurch. Wie bei einem früheren, mit 2 Procent Kaliumbichromat angesetzten Versuch wurden auch hier die verschiedensten Färbungen nebeneinander erhalten, rothe Partien wechselten mit blauen, gelben und grünen, während der grösste Theil der Thonerdekrystalle farblos geblieben war. Bei dem ersten Versuch wurden auch violette Partien erhalten.

Es muss danach aus der Farbcombination rosa, blau, violett, dem Verhalten beim Erhitzen und der geringen Menge von Chrom, welche noch färbt, geschlossen werden, dass Chrom, wohl in Form verschiedener Oxyde, wie auch Frémy und Verneuil annehmen, das Färbemittel ist. Der Einwand, dass andere Oxydationsstufen des Chroms wegen ihrer Unbeständigkeit bisher nicht einmal im Laboratorium erhalten werden konnten, noch viel weniger also in der Atmosphäre ausgesetzten Mineralien bestehen können, wird besonders dadurch widerlegt, dass auch andere gegen atmosphärischen Einfluss höchst empfindliche Substanzen, dass z. B. selbst metallisches Natrium in Steinsalz- und Sylvinkrystallen luftbeständig färbend auftritt, weil es im Krystallgefüge von der äusseren Luft hermetisch abgeschlossen ist und erst durch Lösungsvorgänge frei gemacht werden kann.

Da in vielen Korunden bestimmbare Mengen von Eisen vorhanden sind, daher die Färbung derselben durch Eisen möglich

[1]) Doelter, Edelsteinkunde, pag. 90.

Digitized by Google

erschien, so wurde reine Thonerde im Rössler-Ofen ähnlich wie bei der Darstellung künstlicher Rubine mit 0·75 Procent Eisenoxyd (in Form von Ferrioxalat) und Bariumfluorid bis zur höchst erreichbaren Temperatur erhitzt. Das erhaltene Product bestand aus wasserhellen Korunden, so dass also Eisen hier nicht färbt.

Den violetten Rubinen und manchen violetten Spinellen gleicht der geglühte Topas von Villa rica, Brasilien. In ihm ist Mangan, das etwa noch als färbend in Frage kommen könnte, nicht nachweisbar, obgleich die Proben auf dieses Element sehr empfindlich und seine Färbekraft bedeutend geringer ist, als die des Chroms. Ausserdem werden violette und rothe Manganfarben — in natürlichen Silicaten, wie z. B. dem Rhodonit — durch Glühen verändert, während die Chromfarben bestehen bleiben, so dass auch hier nur an Chrom als Färbemittel gedacht werden kann.

Im grünen Smaragd ist Chrom in nachweisbarer Menge vorhanden. Wöhler fand in einem Smaragd von Muso, Columbia 0·186 Procent Cr_2O_3 [1]) und seine Beobachtungen sind durch Hofmeister, Rose und Williams bestätigt worden. Der gefundene Gehalt an Kohlenwasserstoffen ist nicht von Bedeutung für die Farbe, weil dieselbe durch Glühen nicht verändert wird. Auch können Elemente wie Eisen und Mangan, die sonst grün färben könnten, wegen ihrer leichten Nachweisbarkeit als Färbemittel nicht in Frage kommen, da sie in reinen Krystallen nicht nachweisbar waren.

Dass durch die Gegenwart von Chrom auch andere Farben bedingt sein können, als blau, violett, rosaroth und grün, zeigen die natürlichen und künstlichen Polychromate. Dieselben haben eine rothe (ziegel-, hyacinth-, cochenille- oder ponceau-) Farbe und sind im Pulver deutlich ziegelroth: z. B. Kaliumbichromat, Krokoit $(PbCrO_4)$, Phönicit $[CrO_4]_2Pb[Pb_2O]$, Vauquelinit $[CrO_4]_2(Pb_1Cu)[Pb_2O]$, Laxmannit $[PO_4]_2(Pb_1Cu)_3 . [CrO_4]_2Pb[Pb_2O]$.

Aehnliche Farbe nun besitzen zwei natürlich vorkommende Verbindungen, bei denen die Färbung durch Chromat als wahrscheinlich gelten muss; es sind dies der Wulfenit und der Vanadinit. Da unter Groth's Leitung analytisch in verschieden gefärbten

[1]) Wöhler, Poggendorfs Ann. 1864, 122, 492.

Digitized by Google

Wulfeniten Abwesenheit von Chrom constatirt war[1]), so führte er die Farbe auf die Anwesenheit von organischer Substanz zurück. Thatsächlich enthalten auch Wulfenite, so namentlich die schön gefärbten Krystalle von Yuma (Arizona) organische Substanz; bei stärkerem Erhitzen wird jedoch diese, welche in Form von mikroskopisch sichtbaren Flüssigkeits- und Gaseinschlüssen vorhanden ist, unter lebhaftem Verknistern der Krystalle und hellen Flammenerscheinungen ausgetrieben, während die rothe Farbe bestehen bleibt; dieselbe kann demnach nicht organischen Ursprungs sein.

In manchen Wulfeniten ist nun Chrom in Spuren nachgewiesen und als färbend angenommen worden, so durch Johnston[2]), G. Rose[3]) und Schrauf[4]) in den Krystallen von Rezbánya, Ruksberg und Berjósowsk, ebenso in Krystallen von Wheatley Mine, Phenixville.[4]) Es ist also nach Aufgabe der organischen Färbung die Annahme wohl statthaft, dass nach Analogie der Farbe von Kaliumbichromat, Krokoit u. s. w. bei Wulfenit eine Färbung durch Chromat vorliegt. Was hier für diesen ausgeführt ist, gilt in derselben Weise für Vanadinit, der die gleiche Farbe wie Wulfenit besitzen kann und auf den gleichen oder ähnlichen Lagerstätten vorkommt, wie dieser.

Allerdings wäre in beiden Mineralien auch die Annahme eines anderen färbenden Elements, nämlich des Vanadins in Form des Oxyds (V_2O_5), möglich. Im Wulfenit von Wheatly Mine ist nach Smith[5]) 1·28 Procent V_2O_5 enthalten, ähnlich in dem Gelbbleierz von Bleiberg[6]), und verschiedene Vanadinite geben einen höheren Gehalt an V_2O_5, als der Vanadatformel und dem Bleigehalt entspricht. So ist im rothen Vanadinit von Arizona statt der theoretischen Menge von 19·24 Procent V_2O_5 19·62 Procent vorhanden, ausser den V_2O_5 isomorph vertretenden 1·41 Procent P_2O_5, und Vanadinit von Cordoba ergibt sogar 20·84 Procent V_2O_5 und 1·05 Procent P_2O_5. Es scheint jedoch nach der Farbe der bekannten Chromate die Annahme der Färbung

[1]) P. Groth, Mittheilung einiger an Molybdänbleispath angestellter chemischer Versuche. Grts. Zts. (1883), VII, 592 ff.

[2]) London and Edinbg. Phil. Mag. and Journ. of Sc., Vol. XII, 387.

[3]) Poggendorf's Ann., XXXVI. 639.

[4]) Schrauf, Sitzgs.-Ber. der Wiener Akad., 1871, LXIII (1), 185 f.

[5]) Smith, Amer. Journ. of Science, 1855 (2), 20, 245.

[6]) Wöhler, Lieb. u. Kopp's Ann. der Chem. u. Pharm., 1857, 102, 383.

Digitized by Google

durch Chrom mehr für sich zu haben, da idiochromatische Vanadate in der Natur nicht bekannt sind. Auch die gelben Wulfenite sind, nach ihrer Feuerbeständigkeit zu urtheilen, durch anorganische Stoffe gefärbt, kommen neben den rothen vor und enthalten zum Theil analytisch nachweisbares Chrom.

Färbungen durch Titan. M. Piners[1]) hat nachgewiesen, dass alle diejenigen Kalkeisengranaten, welche schwarze Färbung besitzen und als Melanite bezeichnet werden, im Gegensatz zu andern Kalkeisengranaten immer Titan enthalten. Dieses Titan ist nun, wie Piners nachgewiesen hat, und wie sich aus dem Vergleich der Analysen mit der normalen Granatformel ergibt, nur zum Theil in Vertretung der Kieselsäure, als TiO_2, zum anderen Theil als Vertretung des Eisens, als Ti_2O_3 vorhanden. Piners hat daraus geschlossen, dass die Farbe dieser titanhaltigen Granaten auf die Gegenwart des Titans in der Sesquioxydform zurückzuführen sei. Um diese Frage experimentell zu prüfen, wurde es versucht, durch Ti_2O_3 gefärbte Silicate darzustellen. Man erhält Titansesquioxyd, indem man reine Titansäure im Wasserstoffstrom erhitzt, als eine krystalline, schwarze, beim Zerreiben blauschwarz erscheinende Masse.[2]) Wird dieses Ti_2O_3 im Rosetiegel vor dem Gebläse mit Wasserglas oder mit reiner Kieselsäure zusammengeschmolzen, so erhält man im ersten Falle ein schwach gelbliches, wohl durch wenig Eisen (vom Wasserglas) gefärbtes, im zweiten Falle ein vollkommen farbloses Glas. Derselbe Process mit Kieselsäure und Ti_2O_3 im Wasserstoffstrom ausgeführt, liefert eine grauschwarze, gesinterte Masse. Wird das Schmelzen jedoch im elektrischen Ofen ausgeführt, so resultirt in beiden Fällen bei Anwendung von TiO_2 unter Reduction desselben durch die Kohlenelektrode zu Ti_2O_3 ein tiefbraun durchsichtiges Glas. In demselben ist jetzt das Ti_2O_3 nicht mehr so leicht oxydirbar wie in freiem Zustande. Man kann vielmehr das braune Glas vor dem Gebläse im Sauerstoffstrom schmelzen, ohne dass sich Ti_2O_3 in TiO_2 umsetzt, es muss daher angenommen werden, dass hier thatsächlich ein Titansesquioxydsilicat entstanden ist; übrigens wurde das Silicat auch beim Glühen im Wasserstoffstrom, also durch Reduction, nicht verändert.

---

[1]) Grths. Zeitschr. f. Kryst., 1894, XXII, 479 ff.

[2]) Moissan, Comptes rendues, 115, 1034.

Digitized by Google

Ganz analog verhält sich nun der Melanit. Zu den Versuchen wurden schwarze Granaten von Frascati und vom Kaiserstuhl benutzt. Beide geben, im elektrischen Ofen geschmolzen, ein braunes Glas, zum Verwechseln ähnlich dem mit Wasserglas oder Kieselsäure und Ti_2O_3 erhaltenen. Dies Glas wird ebensowenig wie die künstlichen, durch Ti_2O_3 gefärbten Gläser beim Glühen im Sauerstoff oder im Wasserstoffstrom entfärbt. Aus diesem identen Verhalten ist zu schliessen, dass thatsächlich der Melanit dem Titan, das in der Sesquioxydform, wie dies die Analysen ergeben haben, vorhanden ist, seine schwarze — bezüglich nach dem Schmelzen zu einem Glase seine braune — Farbe verdankt.

Die obigen Angaben könnten die Weinschenk'sche Annahme[1]) von der Färbung des Rauchquarzes durch Titansesquioxyd scheinbar bestätigen. Es wurden deshalb mit diesem Mineral (vom St. Gotthard und von Wölsendorf) noch Schmelzversuche ausgeführt. Dieselben zeigten jedoch, dass der Rauchquarz sowohl beim Schmelzen im elektrischen Ofen (wo sonst Ti_2O_3 entsteht), wie auch im Wasserstoffstrom seine Farbe leicht und vollkommen verliert, die also schon oben experimentell gestützte Behauptung über die Färbung des Rauchtopases durch organische Substanz aufrecht erhalten bleiben muss. Weinschenk gibt auch schwarze Granaten an, die sich durch Glühen entfärben liessen; hier wäre dann ebenso wie beim Rauchquarz an organische Farbmittel zu denken, doch war für uns leider solch Granatenmaterial weder auffindbar noch erhältlich.

Abweichendes Verhalten vom Rauchquarz zeigen die schwarzen Anatase, denn diese werden beim Glühen, auch bei Luftzutritt, nicht entfärbt, ihre Färbung muss also anorganisch sein. Hier liegt die Annahme von im Krystallgebäude dilut vertheiltem Ti_2O_3 am nächsten, auch entspricht die bläulichschwarze Farbe der Krystalle in durchfallendem Lichte der des reinen Ti_2O_3 oder des unter ähnlichen Bedingungen entstehenden TiO, so dass man hier die dilute Färbung durch Titansesqui- oder -monoxyd infolge theilweiser Reduction des Oxyds bei hoher Temperatur annehmen darf.

Diese hier für den Anatas gemachte Annahme wurde bei der künstlichen Darstellung des Rutils direct experimentell bewiesen. Wir verwandten zur Herstellung künstlicher Rutilkrystalle ein von

[1]) Zeitschr. f. anorg. Chemie, 1896. 12, 382.

Digitized by Google

dem der früheren Darsteller[1]) etwas unterschiedenes Verfahren, und dasselbe soll deshalb kurz angegeben werden. In einem Rössler-Ofen wurden mittels des grössten Teclubrenners 6 Gramm reiner Titansäure, welche über frisch gefälltes und absichtlich nicht von anhängendem Ammoniumfluorid befreites Bariumfluorid geschichtet war, 16—24 Stunden erhitzt. Der Titansäure hatten wir, um der Zusammensetzung des Rutils in der Natur möglichst nahe zu kommen, 0·75 Procent Eisenoxyd in der Form von Eisenalaun und 0·25 Procent Vanadinsäure (V_2O_5) zugegeben. Der Zusatz von Vanadinsäure war dadurch begründet, dass in neuester Zeit in einer grossen Anzahl von Rutilen Vanadin nachgewiesen worden ist. B. Hasselberg fand bei Untersuchung des Rutils von 12 verschiedenen Fundorten Europas und Amerikas spectroskopisch in 11 Fällen Vanadin, in mehreren daneben auch Chrom, und A. E. Nordenskjöld konnte dies Resultat durch chemische Analysen bestätigen.[2])

Bei der von uns angegebenen Darstellungsweise erhielten wir eine schwarze, deutlich krystallisirte Masse, welche stark diamantglänzend war. Die einzelnen Krystalle zeigten unter dem Mikroskop typische Rutilformen (jedoch ohne die sonst häufige Zwillingsbildung); sie wurden nur in den dünnsten Prismen, und zwar theils mit blauschwarz bis grünschwarzer, theils mit blutrother Farbe durchsichtig. Der Tiegel war aussen mit Russ bedeckt, weil das Gas zum Theil mit leuchtender Flamme gebrannt hatte. Um zu ermitteln, woher die rothe Farbe rührte, wurde eine zweite Portion — diesmal ohne Eisen, aber mit 0·25 Procent V_2O_5 in gleicher Weise behandelt. Die entstandenen Krystalle waren jetzt, soweit sie das Licht durchliessen, ausschliesslich blau bis grünschwarz; rothe Individuen waren nicht aufzufinden. Es muss demnach die rothe Farbe mit grösster Wahrscheinlichkeit auf das Eisen zurückgeführt werden. Weil die übrigen nicht rothen Krystalle der des Ti_2O_3 und TiO entsprachen, lag die Vermuthung nahe, dass die Dunkelfärbung durch theilweise reducirte Titansäure bedingt sei; es musste dann gelingen, bei Vermeidung der Reduction auch farblosen oder hellgefärbten Rutil darzustellen.

---

[1]) Daubrée, C. r. 28, 227; Hautefeuille, C. r. 57, 148; H. Deville, C. r. 53, 161; Friedel u. Guérin, C. r. 82, 509; Michel, Chem. Centralblatt, 1893, 1, 226.

[2]) Referat, Zts. für anorg. Chem., Bd. XVIII, pag. 85 u. Bihang till Vet. Akad. Handl., 22, Ab. 1, Nr. 7, ibid. 23 Ab., Nr. 3.

Digitized by Google

Thatsächlich war dies möglich, wenn während der Erhitzung mit Hilfe eines Porzellanrohres über die Masse Sauerstoff geleitet wurde. Es entstand dann ohne Zusatz von Eisenoxyd eine hellgelbe bis farblose, nur ganz kryptokrystalline Rutilmasse, bei Zusatz von Eisen bildeten sich hellröthliche, gelbliche bis grünliche Krystalle. Die Hitze war dabei nicht ganz so hoch wie bei den vorigen Versuchen.

Aus dieser experimentellen Darstellung geht hervor, dass

1. reiner Rutil farblos ist;

2. der blau- bis grünschwarze Rutil (und analog mit ihm der Anatas) seine Farbe theilweiser Reduction der Titansäure (zu Sesqui- oder Monoxyd, das im TiO_2 dilut vertheilt ist, etwa wie Natrium in den künstlich gefärbten Kochsalzkrystallen) verdankt;

3. die rothe Rutilfarbe auf Gegenwart von Eisen, das bei hoher Temperatur eingewirkt hat, zurückzuführen ist;

4. dem Vanadingehalt keine wesentliche Mitwirkung bei der Färbung zukommt.

Für den letzten Satz wurde eine weitere Begründung dadurch erbracht, dass mittels Vanadinsäure hergestelltes Silicat farblos ist, während, wie wir zeigten, Titansesquioxydsilicat und Eisensilicat gefärbt erscheinen.

Unter den Silicaten finden sich noch einige Mineralien, bei denen der Titangehalt, als färbend, wesentlich ist. Die sogenannten Titanaugite, die namentlich in basischen Eruptivgesteinen auftreten, so in den doleritischen Gesteinen des Kaiserstuhls [1]), in Basalten des Fichtelgebirges [2]), in Teschenite Schlesiens [3]) und den teschenitischen Ausscheidungen der Serra de Monchique [4]), zeigen bei einem Titangehalt, der nach vorliegenden Bestimmungen 4·57 Procent erreicht, violettbraune Farbtöne, die der Anwesenheit des Titans als Sesquioxyd zugeschrieben werden müssen. Aehnliche Färbungen, schwankend zwischen nelkenbraun und pflaumfarben [5]), finden sich bei manchen

---

[1]) Knop. Kaiserstuhl, 72 ff

[2]) Lord, Die Basalte des Fichtelgebirges. Inaug.-Dissert. Heidelberg 1894, Ref. Grts. Zts., XXVII. 431.

[3]) Cf. Karl E. Rohrbach, Ueber die Eruptivgesteine im Gebiete der schlesisch-mährischen Kreideformation. Diese Mitth., VII, pag. 18 ss.

[4]) K. v. Kraatz-Koschlau u. V. Hackmann, D. M. XVI, 234.

[5]) K. v. Kraatz-Koschlau u. V. Hackmann, D. M. XVI, 235, 238.

Digitized by Google

Biotiten und auch diese besitzen einen Titangehalt bis 4·68 Procent (Langesundfjord)[1]), welcher als Sesquioxyd zu betrachten und mit der Farbe in Beziehung zu setzen ist. In basaltischen und barkevikitischen Hornblenden Böhmens und des Langesundfjords sind TiO_2-Mengen bis zu 5·40 Procent bestimmt worden; in diesen Mineralien ist jedoch neben Titan Eisenoxyd reichlich vorhanden, und es bleibt deshalb ungewiss, inwieweit die röthlichbraune bis braunrothe Farbe durch den Titangehalt veranlasst oder modificirt ist.

Färbungen durch Nickel. Dass wasserhaltige Nickelsalze grün sind, ist allgemein bekannt. Es treten daher auch die in der Natur vorkommenden Nickelverbindungen, soweit sie wasserhaltig sind, mit grüner Farbe auf; als Beispiele seien erwähnt: Nickelblüte ($Ni_3As_2O_8 + 8H_2O$), Zaratit ($NiCO_3 . 2Ni(OH)_2 + 4H_2O$), Genthit (wasserhaltiges Nickelsilicat mit 2·32—45 Procent NiO), Nickelvitriol ($NiSO_4 + 7H_2O$).

Das einzige Mineral, in dem Nickel als dilutes Färbemittel — nicht zur Verbindung gehörig — auftritt, ist der apfelgrüne Chrysopras. Auch hier ist es, wie aus dem beim Erhitzen leicht kenntlichen Wassergehalt hervorgeht, eine hydrirte Nickelverbindung, welche färbt. Es ist jedoch im Chrysopras ausser Nickel und Wasser immer noch eine nicht unbedeutende Menge organischer Substanz vorhanden, welche sich durch den Geruch beim Erhitzen verräth. Auch tritt bei der Erwärmung häufig vorübergehend Kohleabscheidung auf. Wir wiesen Nickel, Wasser und organische Substanz (letztere durch Einleiten in Kalkwasser) nach und müssen daraus den Schluss ziehen, dass Chrysopras durch eine organische Nickelverbindung gefärbt ist; die durch Abscheidung von Kohle sich beim Erhitzen schwärzende Masse wird beim Schmelzen im elektrischen Ofen farblos bis hellgelblich (Eisen).

Färbungen durch Mangan: Künstliche Manganoxydulsilicate sind farblos; Mangansuperoxyd ertheilt geschmolzenem Glas eine Amethystfarbe. Ein durch Mangan roth gefärbtes Glas kann durch verschiedenes Erhitzen nacheinander braunroth, gelb und grün werden.[2]) Ein farbloses manganhaltiges Glas kann nach wenigen Wochen am Licht eine röthliche Farbe annehmen, während es im Dunklen aufbewahrt farblos bleibt.

[1]) Cf. Analysen bei Hintze, Mineralogie, II, 1233 ff.

[2]) Muspratt, Chemie, III, 1646.

Digitized by Google

Andere künstlich dargestellte oder natürlich vorkommende Mangansalze sind, wenn gefärbt, entweder rosaroth, roth oder violett; violett z. B. Mangansulfat; Rosaroth z. B. Manganspath $(MnCO_3)$, Rhodonit $(MnSiO_3)$, Spessartin $(Mn_3Al_2(SiO_4)_3)$ (dunkelhyacinthroth, zuweilen ins Violette); Pyrop, Almandin z. T.; Tephroit (rothbraun—rosenroth), Trimerit $(MnCa_2)SiO_4 \cdot Be_2SiO_4$ (schwach rosa), Friedelit, $(H_7(MnCl)Mn_4Si_4O_{16})$ (rosenroth), Piemontit $OHCa_2 (Al, Mn, Fe)_3 (SiO_4)_3$ (in Splittern columbinroth, Inesit $2(Mn, Ca)SiO_3 + H_2O$ (rosenroth); Manganophyll-Manganbiotit in dünnen Partien rosenroth.

Danach sind in der Natur Färbungen durch Mangan ausserordentlich verbreitet. In den meisten Fällen ist Mangan allein das färbende Element, und dann erscheinen die Mineralien fast immer rosenroth, so dass rein violette Manganverbindungen, die künstlich leicht darzustellen sind, in der Natur mit Ausnahme des leicht zerstörbaren Mangansulfats kaum vorkommen. Zusammenwirken von Eisen und Mangan scheint in der Färbung meist dunkler rothe Töne zu bedingen, wie diese an Pyrop, Almandin, Piemontit und Managangranat vorkommen. In einzelnen Fällen dürfte bei den Granaten, wie schon oben bemerkt, Chrom mitspielen.

Ein selteneres Silicat, welches seine Färbung der Gegenwart von wechselnden Manganmengen in isomorpher Beimischung verdankt, ist der Axinit. Dieser besitzt eine nelkenbraune bis pflaumviolette Farbe, wie sie manchen titanhaltigen Verbindungen eigen ist. Die qualitative Prüfung auf Titan fiel jedoch stets negativ aus, während in allen gefärbten Axiniten Mangan leicht nachzuweisen war. Die Farbe des Minerals ist auch beim Glühen im elektrischen Ofen beständig; es wird bei dieser Behandlung leicht zu einem vollkommen durchsichtigen, braunvioletten Gase geschmolzen. Wir machten bezüglich künstlich darstellbarer Mangansilicate folgende Beobachtungen. Bringt man flüssiges Wasserglas mit Mangansulfat zusammen, so erhält man ein festes bräunlichviolettes Salz, das beim Schmelzen hellamethystfarben wird. Braunstein und Wasserglas gibt beim Schmelzen tiefviolettes Mangansilicat; immer aber sind für diese Violettfärbungen durch Mangan verhältnismässig grosse Mengen erforderlich, so dass, wenn violette Farbe wie bei Mangansalzen auftritt, Mangan aber nicht nachweisbar ist, dieses als färbend auch nicht angenommen werden darf.

Digitized by Google

Färbungen durch Eisen. Das Eisenoxydul gibt dem Glase gewöhnlich eine grüne Farbe; bei sehr hoher Temperatur kann das grüne Flaschenglas sogar blau werden. Vermischt man eine Emaille mit Eisenoxyd, so erhält sie eine purpurrothe Farbe; wird die Temperatur beim Einbrennen zu hoch gesteigert, so verändert sich die Purpurfarbe nach Orange. Ein Stückchen Eisen, in einen Glashafen geworfen, färbt die Masse orange bis gelb.[1])

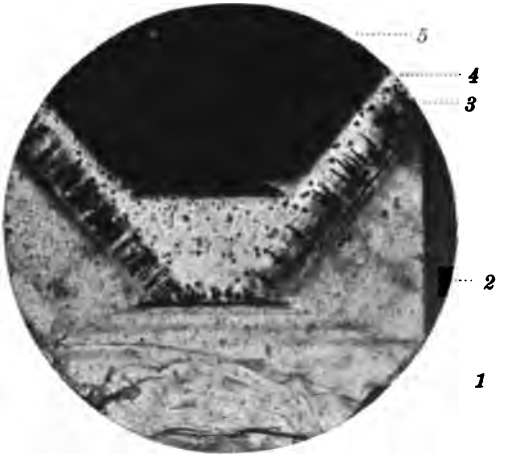
Diejenigen Mineralien, bei denen das Eisen entweder als wesentlicher Bestandtheil oder in isomorpher Beimischung in die Verbindung eintritt, zeigen ähnliche Farbeerscheinungen. Eine ganze Reihe von Eisenoxydulsilicaten sind grün, z. B. Olivin, Serpentin, Diopsid, grüner Augit, Aktinolith, grüne Hornblende, Sphen; von nicht silicatischen Mineralien seien genannt: Eisenboracit, Eisenvitriol, Chrysoberyll. Eisenoxydsilicate können braun und grün sein, wie das z. B. der Aegirin $(NaFe(SiO_3)_2)$ zeigt, welcher bald braun, bald grün erscheint, während das Eisen in beiden Fällen als Oxyd vorhanden ist. Um dieser eigenartigen Erscheinung auch bei künstlichen Silicaten nachzugehen, schmolzen wir Kieselsäure mit Eisenoxydsalz (Eisenalaun oder Ferrioxalat) und Natron im Verhältnis der Aegirinformel über frisch gefälltem Fluorbarium im Rössler-Ofen. Im ersten Fall erhielten wir eine deutlich krystalline Masse, welche in der Tiefe des Tiegels braun, nach den Rändern zu grün (etwa, wie Nephrit) erschien. Die grüne Masse wurde im Kohlensäurestrom mit Flussäure aufgeschlossen und mit $^1/_{100}$ Normal-Kaliumpermanganat titrirt. Ein Tropfen genügte zur Rothfärbung, so dass kaum Spuren von Eisenoxydul vorhanden waren. Nach der Reduction der Lösung mit Zink dagegen wurden 30 Tropfen Permanganat für die gleiche Menge Substanz verbraucht, woraus hervorgeht, dass im erhaltenen grünen Silicat das Eisen als Oxyd vorhanden war. Bei einem dieser Versuche, Ferrioxalat, Natron und Kieselsäure zusammenzuschmelzen, wurde keine krystalline Masse, sondern ein tief olivbraunes Glas erhalten, dessen Ränder wiederum, wie vorher, grüne Farbe zeigten. Es geht aus diesen Versuchen hervor, dass die Eisenoxydsilicate nebeneinander braun und grün bei ganz ähnlichen Bedingungen entstehen können, und dadurch ist wohl das Auftreten brauner und grüner Augite und Hornblenden (wenn sie Oxydsilicate sind) neben-

[1]) Muspratt, Chemie, III, 1646.

Digitized by Google

einander zu erklären. Weshalb allerdings in einem oder dem anderen Falle braune oder grüne Farbe auftritt, bleibt vorläufig unerklärt.

Tritt das Eisen in wasserhaltiger Verbindung auf, so ist es gelb gefärbt; z. B. Goethit, Xanthosiderit, Limonit, und wenn man Wasserglas mit Eisenalaun zusammenreibt, entsteht gelbes Eisensilicat. Diese Eisenfärbung kann auch als dilute, nicht der Mineralverbindung eigenthümliche, auftreten; ein solcher Fall soll hier beschrieben werden, da sonst die meisten gelben Eisenfärbungen nur oberflächlich oder durch Einschlüsse veranlasst sind. Es handelt sich um die Färbung eines Baryts von Mowbray, Frizington, Cumberland (sog. Phantombaryt). Dieser Schwerspath zeigt einen durch verschieden



gefärbte Schichten ausgezeichneten zonaren Bau. Die erste ziemlich breite Zone (von aussen gerechnet) ist fast farblos und nach dem mikroskopischen Befund fast frei von Einschlüssen (cf. Figur 1). Es folgt dann eine schwach gelbe Zone (2), welche nach innen zu von kleinen Pyritoktaëdern begrenzt wird (3), die senkrecht zur äusseren und zonaren Krystallumgrenzung gestellt, stäbchenförmig nach einer der Hauptaxen des regulären Systems verwachsen sind. Makroskopisch erscheint diese Begrenzungszone (3) dunkelbraun, ein Farbton, der durch Verdunklung der hellgelben Farbe infolge der Pyriteinschlüsse hervorgerufen wird. Nach innen zu folgt wieder ein Aufhellen der Zone zu gelbbrauner Farbe (4), die dort eingeschlossenen Pyrite sind regellos verstreut, und dann schliesst scharflinig umgrenzt der

Digitized by Google

innerste Barytkern (5) ab, welcher durch dichtes Gehäuf kleiner Pyrite ganz dunkel erscheint.

Beim Erhitzen werden die dilut gelben Partien der Krystalle braunroth und lassen dadurch auf Eisengehalt schliessen. Das Mineral wurde daraufhin untersucht und zu diesem Zwecke fein gepulvert mit Königswasser extrahirt. In der eingedampften und mit Salzsäure aufgenommenen Lösung wurde Schwefel als Bariumsulfat bestimmt; das Filtrat gab Eisenfällung.

0·1 Procent gefundene Schwefelsäure lässt auf die Anwesenheit von 0·2 Procent FeS_2 als Pyrit schliessen. Wird der Rest des gefundenen Eisens auf Eisenhydroxyd berechnet, so erhält man 0·42 Procent $2Fe_2O_3 . 3H_2O$, welches die dilute gelbe Färbung hervorgerufen hat.

Es ist dieser untersuchte Fall zugleich ein Beispiel, wie dilutes Pigment und Einschlüsse zusammen die Farbenerscheinungen hervorrufen können.

Alle Mineralfärbungen, die organischen wie die anorganischen, müssen, soweit die Substanzen nicht idiochromatisch oder durch isomorphe Beimischungen und Einschlüsse gefärbt sind, als feste Lösungen betrachtet werden. Obgleich nun das Farbmittel mit Sicherheit oder grosser Wahrscheinlichkeit in vielen Fällen nachzuweisen ist, kann dasselbe dennoch oft nicht isolirt werden oder es bleibt, wie bei den Färbungen durch ein unbekanntes Chromoxyd, durch Titansesquioxyd, Kalium und Natrium beim Isoliren nicht beständig. Einschlüsse bedingen oft Färbung oder stehen zu dieser wegen ihrer diluten Verbreitung in ursächlicher Beziehung. Es ist darauf gelegentlich der organischen Färbungen bereits hingewiesen und ein Fall auch für die anorganischen Färbungen als Beispiel angeführt worden. Wir werden deshalb auch bei den anorganisch gefärbten Verbindungen das Studium färbender Einschlüsse weiter verfolgen.

Digitized by Google

XIX. Literatur.

Krystallographie, Physik, Chemie.

Bäckström H.: Krystallform des Iridiumtetramintrichlorid. — Sep.-Abdr. aus der Zeitschr. f. Kryst. u. Min. 1897, Bd. XXVIII, pag. 312.

Beckenkamp J.: Kinetische Theorie der Drehung der Polarisationsebene. — Sep.-Abdr. aus den Annal. d. Phys. u. Chem. Neue Folge. 1899, Bd. LXVII.

Eppler Alfred: Beiträge zu den Beziehungen zwischen dem Krystall und seinem chemischen Bestande. — Die eutropischen Reihen der Calcium-Strontium-Baryum-Gruppe. — Inaug.-Dissert. Leipzig 1898.

Franzenau A.: Krystallographische Untersuchungen am Pyrit von Bélabánya. — Sep.-Abdr. a. d. mathem.-naturw. Berichten aus Ungarn. Bd. XV.

Lacroix A.: Sur la formation d'anhydrite par calcination du gypse à haute temperature. — Comptes rend. d. séanc. de l'Acad. de science. Paris 1898.

Derselbe: Sur le sulfate anhydre de calcium produit par la deshydratation complète du gypse. — Comptes rend. d. séanc. de l'Acad. de science. Paris 1898.

Leiss C.: VIII. Theodolitgoniometer nach Czapski mit gewöhnlicher Signalgebung. — Zeitschr. f. Kryst. Bd. XXXI.

Derselbe: Ueber eine Methode zur objectiven Darstellung und Photographie der Schnittcurven der Indexflächen und über die Umwandlung derselben in Schnittcurven der Strahlenflächen. — Sitzungsber. d. kgl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin vom 19. Januar 1899.

Mügge O.: Ueber neue Structurflächen an den Krystallen der gediegenen Metalle. — Aus den Nachrichten d. kgl. Gesellsch. d. Wissensch. zu Göttingen. Mathem.-naturw. Classe. 1899, Heft 1.

Reuter A.: Krystallographische Untersuchung einiger organischer Verbindungen. Stuttgart 1899.

Rinne F.: Beitrag zur Kenntnis der Natur des Krystallwassers. — Sep.-Abdr. aus dem Neuen Jahrb. f. Min. etc. 1899, Bd. I.

Salomon W.: Ueber eine neue Bildungsweise der dritten Modification des Schwefels.

Derselbe: Die Krystallform des Acetylesters des o-Oxytriphenylmethans. — Sep.-Abdr. aus dem Neuen Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. Jahrg. 1898, Bd. II.

Schmidt, Dr. K.: Rohproducte und deren erste Verarbeitung. — Extrait du Rapport technique publié par ordre du Haut conseil fédéral suisse.

Tutton A. E.: Ein Compensations-Interferenzdilatometer. — Sep.-Abdr. aus der Zeitschr. f. Kryst. etc. Bd XXX, Heft 6.

Viola C.: Sulla Determinazione delle costanti ottiche nei Cristalli. — Rendiconti della R. Accademia dei lincei, Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali. VIII, 1° sem., serie 5a, fasc. 5°. 1899.

Digitized by Google

Viola C.: Ueber die Bestimmung der optischen Constanten eines beliebig orientirten zweiaxigen Krystallschnittes. — Sep.-Abdr. aus der Zeitschr. f. Kryst. etc. 1899, Bd. XXXI, 1. Heft.

Derselbe: Ueber einige im mineralogischen Institute zu München ausgeführte Untersuchungen. — Sep.-Abdr. aus der Zeitschr. f. Kryst. etc. Bd. XXX, Heft 5.

Wallerant F.: Théorie des anomalies optiques, de l'isomorphisme et du polymorphisme, déduite des théories de MM. Mallard et Sohncke. — Extrait du Bull. de la Soc. franç. de Min., livraison de novembre 1898.

Weinschenk E.: Ueber Graphitkohlenstoff und die gegenseitigen Beziehungen zwischen Graphit, Graphitit und Graphitoid. — Sep.-Abdr. aus der Zeitschr. f. Kryst. etc. Bd. XXVIII, 3. Heft.

Mineralogie.

d'Achiardi Giovanni: Studio di alcuni opali della Toscana. — Estratto dagli Atti della Società Toscana di Scienze Naturali residente in Pisa. Proc. Verb., Vol. XI.

Bäckström H.: Thaumasit från Skottvång i Gåsinge socken af Nyköpings län. — Aftryck ur Geol. Fören. i Stockholm Förhandl. 1897, Bd. XIX, Heft 4.

Derselbe: Manganandalusit från Vestanå. — Aftryck ur Geol. Fören. i Stockholm Förhandl. 1896, Bd. XVIII, Heft 5.

Derselbe: Ueber Phenakit von Kragerö. — Sep.-Abdr. aus der Zeitschr. f. Kryst. etc. Bd. XXX, Heft 4.

Canaval R.: Zur Kenntnis der Erzvorkommen des Lamnitz- und Wellathales in Kärnten. — Sep.-Abdr. aus der „Corinthia II". 1898, Nr. 5.

Derselbe: Zur Kenntnis der Erzvorkommen in der Umgebung von Irschen und Zwickenberg bei Oberdrauburg in Kärnten. — Sep.-Abdr. aus dem XXV. Heft d. Jahrb. d. naturhist. Landesmuseums f. Kärnten. 1899.

Eakle Arthur: Topaz crystals in the mineral collection of the U. S. National-Museum. — From the Proceedings of the U. S. National-Museum, Vol. XXI. Washington 1898.

Hidden W. E. and Pratt J. H.: Twinned Crystals of Zircon from North Carolina. — From the Amer. Journ. of the Science. October 1898, Vol. VI.

Derselbe: Rhodolite, a new variety of garnet. — From the Amer. Journ. of Science. April 1898, Vol. V.

Hlawatsch C.: Krumme Flächen und Aetzerscheinungen am Stolzit. Element p_0 des Raspit. — Sep.-Abdr. aus der Zeitschr. f. Kryst. etc. Bd. XXXI, Heft 1.

Iwasaki C.: Augite of Joneyama. The Mother-Rock of Augite. Separatabdruck. Kioto 1899.

Krause P. G.: Verzeichnis einer Sammlung von Mineralien und Gesteinen aus Bunguran (Gross-Natuna) und Sededap im Natuna-Archipel. — Sep.-Abdr. aus: Sammlungen d. Geol. Reichs-Museums in Leiden. Ser. I, Bd. V.

Lacroix A. et Gautier P.: Sur les minéraux des fumeroles basaltiques de Royat (Puy-de-Dôme). — Comptes rend. 23. Mai 1898.

Manasse E.: Nuovo modo di presentarsi della tormalina elbana. — Proc. verb. della Soc. Toscana di Sc. N. 20. Nov. 1898.

Digitized by Google

Penfield S. L.: On the Chemical Composition of Hamlinite and its Occurrence with Bertrandite at Oxford County, Maine. — From the Amer. Journ. of Science. 1897, Vol. IV.

Penfield S. L. and Foote H. W.: On Chinohedrite, a new mineral from Franklin N. J. — From the Amer. Journ. of Science. April 1898. Vol. V.

Dieselben: On Roeblingite, a new Silicate from Franklin Furnace, N. J., containing Sulphur Dioxide and Lead. — From the Amer. Journ. of Science. 1897, Vol. III.

Dieselben: On Bixbyite, a new Mineral, and Notes on the Associated Topaz. — From the Amer. Journ. of Science. 1897, Vol. IV.

Dieselben: On the Chemical Composition of Tourmaline. — From the Amer. Journ of Science. 1899, Vol. VII.

Penfield S. L. and Frenzel A.: On the Identity of Chalcostibite (Wolfsbergite) and Guejarite, and on Chalcostibite from Huanchaca, Bolivia. — From the Amer. Journ. of Science. 1897, Vol. IV.

Pratt J. H.: Mineralogical Notes on Cyanite, Zircon, and Anorthite from North Carolina. — From the Amer. Journ. of Science. 1898, Vol. V.

Derselbe: Mineralogical Notes on Anthophyllite, Enstatite and Beryl (Emerald) from North Carolina. — From the Amer. Journ. of Science. June 1898, Vol. V.

Viola C.: Ueber Feldspathbestimmung. Versuch einer elementaren Feldspathbestimmung im Dünnschliffe nach dem Principe der Wahrscheinlichkeit. — Sep.-Abdr. aus der Zeitschr. f. Kryst. etc. Bd. XXX, Heft 1.

Derselbe: Ueber Bestimmung und Isomorphismus der Feldspathe. — Sep.-Abdr. aus der Zeitschr. f. Kryst. etc. Bd. XXX, Heft 3.

Wallerant F.: Méthode de Détermination rapide des Feldspaths des Roches. — Extrait du Bulletin de la Société française de Minéralogie, livraison de décembre 1898.

Zschimmer Eberhard: Die Verwitterungsproducte des Magnesiaglimmers und der Zusammenhang zwischen chemischer Zusammensetzung und optischem Achsenwinkel der Glimmer. — Inaug.-Dissert. d. philosoph. Facultät zu Jena. Jena 1898.

Geologie, Petrographie.

Brauns R.: Ein neues Contactgestein aus dem Kaiserstuhl. — Sep.-Abdr. aus dem Neuen Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. Jahrg. 1899, Bd. I.

Clements J. Morgan: A contribution to the study of Contact Metamorphism. — From the Amer. Journ. of Science. February 1899, Vol. VII.

Cohen E.: Meteoreisen-Studien. VIII. — Sep.-Abdr. aus den Annalen d. k. k. naturhistorischen Hofmuseums. Bd. XIII, Heft 2—3.

Derselbe: Ueber ein neues Meteoreisen von San Cristobal, Antofagasta, Chile. — Sep.-Abdr. aus dem Ber. d. kgl. preuss. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, 27. Oct. 1898.

Doelter C.: Das krystallinische Schiefergebirge der niederen Tauern, der Rottenmanner und Seethaler Alpen. — Sep.-Abdr. d. naturw. Vereins f. Steiermark. 1898.

Hall J., Kemp J. F.: Preliminary report on the Geology of Essex-County. — Contributions from the Geological Department of Columbia University. 1895, Nr. LV.

Digitized by Google

Hibsch J. E.: Die Tiefengesteine des böhmischen Mittelgebirges. — Sonderabdr. aus den Sitzungsber. d. Deutschen naturw.-medic. Vereines f. Böhmen „Lotos". 1899, Nr. 3.

Hise C. R. v.: Metamorphism of rocks and rock flowage. — Bull. of the Geol. Soc. of America. Vol. IX.

Derselbe: Estimates and causes of crustal shortening. — Reprinted from the Journ. of Geol. January-February 1898, Vol. VI, Nr. 1.

Derselbe: Earth movements. — Repr. from the transactions of the Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters. Vol. XI.

Hofmann C. und Gesell A.: Die Gegend von Nagybánya. — Erläuterungen zur Geolog. Specialkarte der Länder der ungar. Krone. Blatt Zone 15, Col. XXIX, 1 : 75.000. Budapest 1898.

Ippen J. A.: Amphibolgesteine der Niederen Tauern und Seethaler Alpen. — Sep.-Abdr. d. naturw. Vereins f. Steiermark. 1898.

Keilhack Dr. R.: Kalender für Geologen, Paläontologen und Mineralogen. II. Jahrgang, 1899. Leipzig 1899.

Kemp J. F.: Geology of the Lake placid Region. — Bull. of the New York State Museum. September 1898, Vol. V, Nr. 21.

Koch Dr. A.: Beschreibung der gesammelten Gesteine. — Sep.-Abdr. aus dem Werke: „Wissenschaftliche Ergebnisse der Reise des Grafen Béla Szechenyi in Ostasien", Bd. III; „Die Beschreibung des gesammelten Materials", IV. Abth.

Kraatz-Koschlau K. v.: Glacialstudien aus der Umgegend von Halle. — Sep.-Abdr. aus dem Neuen Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. Jahrg. 1898, Bd. II.

Krause P. G.: Obsidianbomben aus Niederländisch-Indien. — Sep.-Abdr. aus: Sammlungen d. Geol. Reichs-Museums in Leiden. Ser. I, Bd. V.

Krenner J. A.: Jadeitsteine aus Birma. — Sep.-Abdr. aus dem Werke: „Wissenschaftliche Ergebnisse der Reise des Grafen Béla Szechenyi in Ostasien", Bd. III; „Die Beschreibung des gesammelten Materials", IV. Abtheilung.

Lacroix A.: Sur les minéraux cristallisés, formés sous l'influence d'agents volatils, aux dépens des andésites de l'île de Théra (Santorin). — Comptes rend., 27 décembre 1897.

Derselbe: Les modifications endomorphes du gabbro du Pallet (Loire-Inférieure). — Comptes rend. d. séanc. de l'Acad. d. sciences. Paris 1898.

Derselbe: Les filons granulitiques et pegmatiques des contacts granitiques de l'Ariège. Leur importance théorique. Les roches à axinite (limurites) des contacts granitiques des Hautes-Pyrénées. — Comptes rend., octobre 1898.

Derselbe: Sur l'existence, aux environs de Corinthe, de l'herzolites identiques à celles des Pyrénées. Les roches volcaniques à leucite de Trébizonde. — Comptes rend., 26 décembre 1898.

Laube G. C.: Die an der Urquelle in Teplitz am 1. November 1755 während des Erdbebens von Lissabon wahrgenommenen Erscheinungen. — Sonderabdr. aus den Sitzungsber. d. Deutschen naturw.-medic. Vereines f. Böhmen „Lotos". 1898, Nr. 8.

Loewinson-Lessing, Dr. F.: Petrographisches Lexikon. — Supplement. Jurjew 1898.

Molengraaff, G. A. F.: The Glacial Origin of the Dwyka Conglomerate. — Transactions of the Geological Society of South Afrika. October 1898, Vol. IV, Part. V.

Digitized by Google

Moragas Gonzalo D.: Genesis de las rocas. — Bibliotheca de la „Revista de Obras Biblicas". Madrid 1898.

Morgan J. Cl.: A Study of some examples of rock variation. — Repr. from the Journ. of Geol. 1898, Vol. VI, Nr. 4.

Naumann Ernst: Tektonische Störungen der triadischen Schichten in der Umgebung von Kahla. — Sep.-Abdr. aus dem Jahrb. d. kgl. preuss. geol. Landesanstalt f. 1897. Berlin 1898.

Polenov B.: Die massigen Gesteine vom nördlichen Theile des Witim-Plateau. — Aus d. geol. Cabinet d. St. Petersburger kais. Universität. Petersburg 1899.

Pratt J. H.: On the Origin of the Corundum associated with the Peridotites in North Carolina. — From the Amer. Journ. of Science. 1898, Vol. VI.

Rosenbusch H.: Ueber Euktolith, ein neues Glied der theralithischen Effusivmagmen. — Sitzungsber. d. kgl. Akad. d. Wissensch. zu Berl. v. 9. Februar 1899.

Rosiwal A.: Eruptivgesteine vom Bosporus und von der kleinasiatischen Seite des Marmara-Meeres. — Sep.-Abdr. aus Beitr. zur Paläontologie Oesterreich-Ungarns. Bd. XII, Heft 1.

Salomon W.: Bemerkungen zu der Cathrein'schen Arbeit: Dioritische Gang- und Stockgesteine aus dem Pusterthale. — Abdr. aus der Zeitschr. d. Deutschen geol. Gesellsch. Jahrg. 1898.

Derselbe: Neue Beobachtungen aus den Gebieten des Adamello und des St. Gotthard. — Sitzungsber. d. kgl. Akad. d. Wissensch. zu Berl. vom 19. Jänner 1899.

Derselbe: Ueber das Alter des Asta-Granites. — Sep.-Abdr. aus den Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanst. 1898, Nr. 15.

Schmutz K. B.: Experimentelle Beiträge zur Petrogenie. — Sep.-Abdr. aus dem Neuen Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. Jahrg. 1897, Bd. II.

Derselbe: Zur Kenntnis einiger archäischer Schiefergesteine der Niederen Tauern und Seethaler Alpen. — Sep.-Abdr. d. naturw. Ver. f. Steiermark. 1898.

Schubert R. J.: Beitrag zur Kenntnis der pleistocänen Conchylienfauna Böhmens. — Sonderabdr. aus den Sitzungsber. d. Deutschen naturw.-medic. Vereines f. Böhmen „Lotos". 1898, Nr. 8.

Sederholm J. J.: Ueber eine archäische Sedimentformation im südwestlichen Finnland und ihre Bedeutung für die Erklärung der Entstehungsweise des Grundgebirges. — Bull. de la Commiss. Géolog. de la Finlande. Helsingfors 1899, Nr. 6.

Slichter Ch. S.: Note on the pressure within the earth. — Repr. from the Journ. of Geol. January-February 1898, Vol. VI, Nr. 1.

Suess, Dr. F. E.: Studien über unterirdische Wasserbewegung. I. Die Thermalquellen von Teplitz und ihre Geschichte. II. Die Schwimmsandeinbrüche von Brüx. — Sep.-Abdr. aus dem Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1898, Bd. 48, Heft 3.

Derselbe: Ueber den kosmischen Ursprung der Moldavite. — Sep.-Abdr. aus den Verhandl. d. k. k. geolog. Reichsanst. 1898, Nr. 16.

Szajnocha L.: Ueber die Entstehung des karpathischen Erdöles. — Sep.-Abdr. aus der Zeitschr. „Naphtha", 1899.

Toula Fr.: Eine geologische Reise nach Kleinasien (Bosporus und Südküste des Marmarameeres). — Sep.-Abdr. aus Beitr. zur Paläontologie Oesterreich-Ungarns. Bd. XII, Heft 1.

Digitized by Google

Viola C.: Mineralogische und petrographische Mittheilungen aus dem Hernikerlande in der Provinz Rom (Italien). — Sep.-Abdr. aus dem Neuen Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. Jahrg. 1899, Bd. I.

Vogt J. H. L.: Ueber die relative Verbreitung der Elemente, besonders der Schwermetalle und über die Concentration des ursprünglich fein vertheilten Metallgehaltes zu Erzlagerstätten. — Sonderabdr. aus der Zeitschr. f. prakt. Geol. Juli 1898.

Waagen W.: Das Schöpfungsproblem. — Sonderabdr. aus „Natur und Offenbarung". Münster 1898, Bd. XLIV.

Weinschenk E.: Ein interessantes Geschiebe aus der Isar. — Sep.-Abdr. aus dem Neuen Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. Jahrg. 1899, Bd. I.

Derselbe: Ueber die Graphitlagerstätten der Umgebung von Passau und die Erzlagerstätten am Silberberg bei Bodenmais. — Sonderabdr. aus „Glückauf", Berg- und Hüttenmännische Wochenschr. 1895, Nr. 45.

Derselbe: Zur Kenntnis der Graphitlagerstätten. I. Die Graphitlagerstätten des bayrisch-böhmischen Grenzgebirges. — Habilitationsschrift. München 1897.

Derselbe: Ueber einige Graphitlagerstätten. — Sonderabdr. aus der Zeitschr. f. prakt. Geologie. August 1897.

Woldřich J. N.: Bericht über die unterirdische Detonation von Melnik in Böhmen vom 8. April 1898. — Mittheilungen der Erdbeben-Commission der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien IX. Aus den Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien. Mathem.-naturw. Classe. December 1898, Bd. CVII, Abth. I.

Wolff J. E. and Brooks A. H.: The age of the Franklin White Limestone of Sussex County, New Jersey. — Extr. from the eighteenth annual report of the Survey 1896—1897, part II.

Fantappiè Liberto: Andrea Arzruni (Cenno Bio-Bibliografico). — Estratto dalla „Rivista di Min. e Cristallogr. Italiana". Vol. XXI.

Böhm A. Edler v. Böhmersheim: Zur Biographie Friedrich Simony's. Wien 1899.

Neue Bücher.

Die optischen Instrumente der Firma R. Fuess, deren Beschreibung, Justirung und Anwendung von C. Leiss. Mit 233 Holzschnitten im Text und 3 Lichtdrucktafeln. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1899. 8°, XIV und 398 Seiten.

Jedem Forscher ist bekannt, wie viel von den Fortschritten, die in den letzten Jahrzehnten in der Kenntnis der Minerale und Gesteine gemacht worden sind, den verbesserten und verfeinerten Untersuchungsmethoden zu verdanken ist. Zur Vervollkommnung dieser Methoden hat die Firma R. Fuess durch Construction entsprechender Apparate sehr viel beigetragen. Jeder Forscher wird es daher mit Freude begrüssen, dass der derzeitige wissenschaftliche Leiter dieser Werkstätte, Herr C. Leiss, es unternommen hat, in einem handlichen Bande die Beschreibung der Fuess'schen

Digitized by Google

Apparate zu vereinigen und durch Angaben über deren Justirung und Anwendung zu vervollständigen. Die Beschreibungen sind durch zahlreiche Abbildungen illustrirt, sind klar und verständlich mit vollkommener Sachkenntnis geschrieben, ebenso sind die Angaben über Justirung und Anwendung ausreichend und werden jedenfalls den Zweck erfüllen: dem Anfänger sowohl als dem Forscher den Uebergang von der Theorie eines Instruments zur praktischen Anwendung zu erleichtern.

In einer eventuellen zweiten Auflage wäre es vielleicht noch wünschenswert, Anweisungen aufzunehmen, wie die bei gewissen Messungen nöthigen Constanten der Instrumente zu ermitteln sind, z. B. die Mallard'sche Constante bei linearer Ausmessung des Gesichtsfeldes im Konoskop, oder die Constanten, die erforderlich sind, um aus den Ablesungen am Babinet'schen Compensator und ähnlichen Instrumenten zur Bestimmung von $(\gamma - \alpha)$ überzugehen.

Manual of Determinative Mineralogy. With an introduction on Blowpipe analysis. By George J. Brush, Director of the Sheffield Scientific School of Yale University. Revised and enlarged, with entirely new tables for the identification of minerals by Samuel L. Penfield, Professor of Mineralogy in the Sheffield Scientific School of the Yale University. Fifteenth Edition. New York, John Wiley & Sons, 1899.

Die fünfzehnte Auflage dieses in hohem Ansehen stehenden Handbuches ist im allgemeinen Theil durch einen kurzen, aber übersichtlichen und klaren Abriss der Krystallographie und der physikalischen Eigenschaften erweitert, welche insoweit behandelt werden, als zur Bestimmung der Mineralien erforderlich ist. Die optischen Eigenschaften, welche in anderen Werken in erschöpfender Weise behandelt sind, hat der Verfasser nicht berücksichtigt. Ganz neu bearbeitet sind die Tafeln im zweiten speciellen Theil. Hier wurde eine grosse Zahl neuer Minerale aufgenommen, so dass die Zahl der Species auf circa 800 gestiegen ist. Auch wurden manche zweckmässige Einrichtungen getroffen, um zu verhindern, dass die Benützer der Tabellen rein mechanisch den Angaben folgen und die Auffindung des Namens für die Hauptsache halten. Es ist in den Tabellen selbst der chemische Grund der Reactionen ersichtlich gemacht. Auch sonst enthält das Buch viele wertvolle Winke, wie die Uebungen im Bestimmen der Minerale geleitet werden können, um den Praktikanten eine möglichst eingehende und sicher begründete Kenntnis der Minerale zu verschaffen. F. Becke.

Druck von Gottlieb Gistel & Comp. in Wien.

Digitized by Google

Digitized by Google

XX. Beiträge zur Kenntnis rumänischer Felsarten.

Von Theodor Nicolau.

I. Diabasporphyrit und Variolit von Ortakioi. (Rumänien).

(Hiezu 4 Textfiguren.)

In der Umgebung des Dorfes Ortakioi in der Dobrogea (Dobrudscha) Rumäniens bestehen die ältesten Formationen aus Muscovit- und Hornblendegneiss, Sericitschiefer, Phyllit und Quarzit.[1]) Oestlich von Ortakioi kommen dichte Kalksteine und kalkführende Sandsteine vor, welche der Triasformation angehören. Südlich erscheinen oolithische Kalksteine und cretaceische Sandsteine

Als Eruptivgesteine sind ausser dem Granit Quarzporphyr, Diabasporphyrit zu beobachten, welche die Quarzite, die Phyllite, die Triassandsteine und Kalksteine durchsetzen. Insbesondere bildet der Diabasporphyrit Gänge in der Gegend von Ortakioi und ist dem benachbarten von Niculitel ganz ähnlich.

Abgesehen von den Eruptivgesteinsgängen werden der Quarzit, Sandstein und Phyllit, ferner auch der Gneiss und manchmal auch der Granit von Gängen silber- und goldhaltiger Kupfer- und Eisenerze (Eisenglanz) durchsetzt, welche mit den Eruptivgesteinen in einer gewissen Beziehung stehen.

Die Untersuchung dieses Diabasporphyrits unternahm ich nicht nur, um einen Beitrag zur petrographischen Kenntnis Rumäniens zu liefern, sondern auch weil er manchmal Variolen enthält und in echten Variolit übergeht.

Da nun die Structur, die Zusammensetzung[2]) und die Entstehung des Variolits eine in mancher Hinsicht noch streitige interes-

[1]) Note sur la structure géologique des environs du village d'Ortakioi. Par L. Mrazec et R. Pascu (1896), Bukarest.

[2]) Zirkel, Lehrbuch. Petrographie. II, pag. 703 (1894).

Digitized by Google

sante petrographische Frage bildet[1]), glaube ich, dass dieses Vorkommnis für das Studium der betreffenden Gesteinsart nicht ohne Belang sei und nicht unberücksichtigt bleiben dürfe, weil sich gerade hier die Uebergänge und der Zusammenhang beider Gesteinsarten deutlich verfolgen lassen.

Im folgenden versuche ich zu beschreiben: 1. den Diabasporphyrit, 2. die Structur und die Zusammensetzung der Kügelchen und der Grundmasse des Variolits, 3. die Verhältnisse, welche die Entstehung des Variolits, als einer Modification des Diabasporphyrits, bedingt haben.

I. Der Diabasporphyrit von Ortakioi.

Specifisches Gewicht = 2·92.

Das Gestein ist auf den der Verwitterung ausgesetzten Kluftflächen braun oder zuweilen röthlichbraun und nur frische Bruchflächen zeigen auf einem grünlichdunkelgrauen Grund haarfeine, dünne und 2—3 Millimeter lange, hellere Leisten.

Unter dem Mikroskop. Von den beiden Hauptbestandtheilen Plagioklas und Pyroxen hat sich letzterer trotz theilweiser Chloritisirung frischer erhalten. Der Plagioklas ist fast überall automorph gestaltet, der Pyroxen xenomorph. Dies beweist, dass auf keinen Fall die Erstarrung des Pyroxens vor der des Plagioklases stattgefunden hat.

Plagioklas. Am häufigsten erscheinen die Plagioklaskrystalle als sehr verlängerte Rechtecke. In den der Makrodiagonalzone angehörigen Schnitten sieht man oft die Plagioklasindividuen blos aus zwei Lamellen zusammengesetzt. Eine von den beiden die Plagioklasleisten bildenden Lamellen, und zwar diejenige, welche mit grossen Pyroxenindividuen in Berührung steht, zeigt oft Quersprünge. Hie und da bemerkt man lange gekrümmte, wie geschlängelte Plagioklasstreifen, die eine undulöse Auslöschung besitzen. An zwei Stellen konnte ich beobachten, wie 6 oder 7 Plagioklasleisten von einem Punkt ausstrahlen, während die Zwischenräume mit unregelmässigen kleinen Pyroxenpartikeln ausgefüllt sind.

Die Plagioklasleisten sind im allgemeinen trübe; bei mittlerer Vergrösserung erblickt man darin ein schwach lichtbrechendes Pulver, welches aber bei starker Vergrösserung in Schuppen, Körnern und

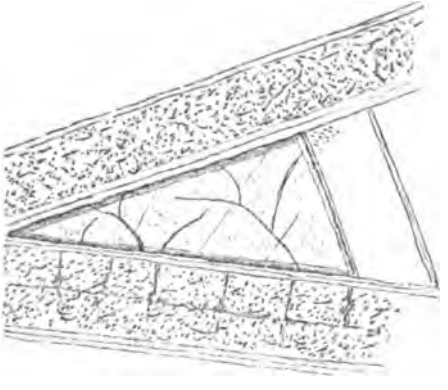
[1]) Rosenbusch, Physiogr. II, pag. 1121 (1896).

Digitized by Google

Spänchen sich auflöst. Unter diesen Einwanderungs- und Umwandlungsproducten ist Chlorit bestimmt zu erkennen, Kaolin zu vermuthen. In denjenigen Theilen des Gesteines, welche mehr der Verwitterung ausgesetzt waren, zeigen sich die Plagioklasleisten so verändert, trübe und voll von Umwandlungsproducten, dass man die dieselben zusammensetzenden Zwillingslamellen oft nicht mehr erblicken kann. Infolge dessen erscheinen die Leisten des ehemaligen Plagioklases zwischen gekreuzten Nicols häufig so dunkel, dass man sie unter dem Auslöschungswinkel kaum etwas dunkler sehen kann und die Auslöschungsrichtung nur selten genau bestimmbar ist.

Längs der Plagioklasränder sieht man oft zwei oder drei sehr dünne wasserhelle Lamellen (Fig. 1). Bemerkenswert ist es, dass an

Fig. 1.



den beiden Enden der Leisten diese feinen hellen Plagioklaslamellen fehlen, was die Möglichkeit ihrer secundären Bildung[1]) wenn auch nicht ausschliesst, so doch weniger wahrscheinlich macht.

Angesichts der Thatsachen, dass der Auslöschungswinkel der Plagioklaslamellen in Schnitten, die ihrer Form nach möglichst nahe parallel $\infty P\infty$ zu gehen scheinen, 16—18° beträgt[2]), dass die symmetrische Auslöschungsschiefe der Lamellen 28—30° nicht überschreitet, dass nach einem 2stündigen Angriff durch Salzsäure diese

[1]) Hibsch, Mineral. u. petrograph. Mittheil. IX, 1898, pag. 225.

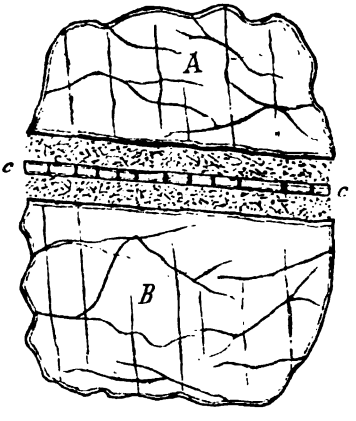
[2]) M. Schuster, Mineral. u. petrograph. Mittheil. Bd. III, pag. 117 (1881). — Michel-Lévy, Etude sur la détermination des Feldspaths dans les plaques minces (1896).

Digitized by Google

Plagioklaslamellen die Einwirkung auf polarisirtes Licht nicht verlieren, dass endlich die Plagioklasleisten aus breiten und sehr schmalen Lamellen bestehen, kann man den Plagioklas der Labradoritreihe zuweisen.

Pyroxen. Der Pyroxen kommt in diesem Diabasporphyrit am häufigsten in langen Prismen und sehr unregelmässigen Individuen vor, deren Längsschnitte wenige, feine, unvollkommene Spaltrisse zeigen, wogegen zahlreiche netzartige, stark ausgeprägte Quersprünge erstere durchkreuzen.

Fig. 2.



Die kleinen Pyroxenindividuen sind häufig abgerundet und im allgemeinen hängt ihre Form von den zwischen den Plagioklasleisten befindlichen Räumen ab.

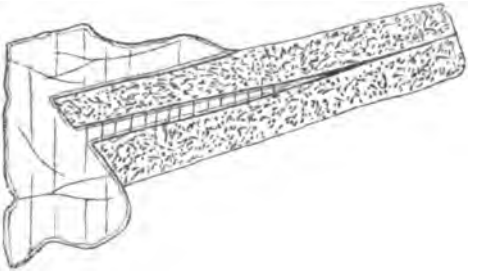
Hie und da erblickt man zwei grosse Pyroxenpartien, welche von einer aus zwei Lamellen bestehenden Plagioklasleiste getrennt werden (Fig. 2). Aus einem der beiden ausserhalb der Plagioklasleiste befindlichen Pyroxenstücke setzen die Spaltrisse in derselben Richtung in das andere hinüber. Zwischen den Zwillingslamellen der Plagioklasleiste befindet sich ein schmaler Pyroxenstreifen, welcher durch Quersprünge in eine Reihe kurzer Säulchen — fast Körner — getrennt wird. Sowohl der innere Streifen *c*, als auch die ausserhalb der Plagioklaslamellen befindlichen Pyroxenfragmente *A, B* besitzen denselben Auslöschungswinkel und zeigen dieselben Polarisationsfarben, d. h. sie gehören einem und demselben Individuum an. Wenn der innere Pyroxenstreifen *c* etwas breiter ist, so kann man auch

Digitized by Google

bemerken, dass seine Quersprünge gleiche Richtung mit den Spaltrissen der Pyroxenstücke *A, B* haben. Auch findet man nicht selten solche (innerhalb der Plagioklaslamellen liegende) Pyroxenstreifen, die als lange spitze, allmählich verschwindende Keile zwischen die beiden Plagioklaslamellen eindringen (Fig. 3). Nur selten beobachtet man, wie aus einer Pyroxenpartie zwei solche parallel sich fortsetzende Streifen zwischen drei Plagioklaslamellen eindringen. Wenigstens an denjenigen Stellen, wo die oben erwähnte Structur wahrzunehmen ist, steht es fest, dass die zu Pyroxen erstarrte Masse noch flüssig war, als die Krystallisation des Plagioklas stattfand.

Aus dem Vorstehenden ergibt sich, dass in dem Gesteine hie und da ophitische Structur vorkommt. Regelmässige Pyroxenquer-

Fig. 3.



schnitte kann man nur sehr selten beobachten; sie erscheinen dann als Achtecke, bei welchen $\infty P\infty$ vorwaltet und die parallel ∞P stark ausgeprägt verlaufenden Spaltrisse sich ungefähr senkrecht schneiden; nach den Auslöschungsschiefen (40°—42°) auf $\infty P\infty$ geurtheilt, ist es Augit. Dass neben dem monoklinen noch irgend ein rhombischer Pyroxen im Gesteine vorliegt, konnte nicht wahrgenommen werden.

Oft enthält der Pyroxen kleine Magneteisenkörner, während im Innern der Plagioklasleisten nur Umwandlungs- und Einwanderungsproducte sich finden.

Zwillinge nach $\infty P\infty$ sind nicht häufig wahrzunehmen. Obwohl sich der Pyroxen in grosser Menge findet und im Gesichtsfelde des Mikroskops dem Plagioklas an Quantität gleichzukommen scheint, so beweist dennoch die nach Analogie des alten Verfahrens von Delesse mittels Zinnfolie[1]) vollzogene Bestimmung das Vorwalten

[1]) Delesse, Annales des Mines (4), XIII. 379. Comptes rend. XXV. 544.

Digitized by Google

des Plagioklases. Das mit der Camera lucida gezeichnete mikroskopische Bild diente als Anhaltspunkt.

Man findet auf diese Weise: 56 Procent Plagioklas, 44 Procent Pyroxen. Um den Titansäuregehalt des Pyroxens zu bestimmen, musste ich letzteren von Chlorit, Magneteisen und Ilmenit durch Salzsäure, von Titanit durch Schwefelsäure, von Plagioklas durch Thoulet'sche Lösung trennen. Das specifische Gewicht des Pyroxens wurde direct bestimmt und gleich 3·33 gefunden; für Plagioklas, da er sich als ein Glied der Labradoritreihe zeigt, nahm ich 2·70 an. Daraus berechnet sich das specifische Gewicht des Gesteines = 2·96, welches in Anbetracht der theilweisen Chloritisirung des Pyroxens sehr gut mit dem thatsächlich gefundenen (2·92) übereinstimmt. Der Pyroxen dieses Diabasporphyrits zeigt nach der chemischen Analyse 0·95 Procent TiO_2 und ist also ein Titanaugit.

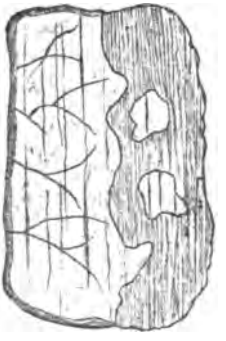
Delessit. Was ferner im Gesichtsfeld des Mikroskops auffällt, ist das grünlichgelbe Mineral, welches als Flecke und Adern erscheint, indem es nicht nur die Plagioklasleisten von den Pyroxenpartikeln scheidet, sondern auch in die Quersprünge der Plagioklasleisten eindringt, wo es sehr feine Adern bildet und die Sprünge dadurch deutlicher hervortreten lässt. Die Flecken setzen sich aus feinen, bald vollkommen radial geordneten, bald nur divergent von mehreren Centren auslaufenden Fasern zusammen, während die Adern aus unter einander parallelen und auf der Aderrichtung senkrechten Fasern bestehen. Jede einzelne Faser löscht gerade aus, indem ihre Längsrichtung Axe kleinster Elasticität ist. Das faserige Mineral ist ziemlich pleochroitisch: parallel der Faseraxe grün, senkrecht dazu gelblich-grün, zeigt ein schwaches Brechungsvermögen und geringe Doppelbrechung. Glüht man das Gestein, so werden die Flecke und Adern des betreffenden Minerals undurchsichtig dunkelbraun oder bräunlichschwarz. Von Salzsäure wird es leicht angegriffen und aufgelöst, indem sich gallertartige Kieselsäure abscheidet, welche Anilinfärbmittel aufsaugt. Die mikrochemischen Reactionen beweisen, dass das Mineral Al_2O_3 enthält. Nach seiner Structur und seinen optischen Eigenschaften ist es ein Leptochlorit[1]), nämlich Delessit. Hie und da bemerkt man einen Fleck in Berührung mit einem Pyroxenindividuum (Fig. 4), dessen Spaltrisse mit den parallelen

[1]) Tschermak, Lehrbuch der Mineralogie, 1897.

Digitized by Google

Fasern des Delessitfleckes gleiche Richtung haben. Inmitten des letzteren liegen zwei oder drei Pyroxenkörner, welche unter demselben Winkel, wie das den Delessitfleck berührende Pyroxenfragment

Fig. 4.



auslöschen, also demselben Individuum angehören. Solche Flecke scheinen zu beweisen, dass der Delessit aus Pyroxen hervorgegangen ist. Was aber die Delessitadern anbetrifft, so sind sie ohne Zweifel Einwanderungsproducte.

Magneteisen, Titaneisen, Leukoxen.

Von den ziemlich zahlreichen schwarzen undurchsichtigen Partikeln zeigen die meisten quadratische oder gleichseitige dreieckige Durchschnitte, Metallglanz und vollkommene Impellucidität und müssen als Magneteisen bestimmt werden. — Seltenere lange Leisten und zerhackte Formen müssen als Titaneisen gelten. Ausser diesen direct bestimmbaren Schnitten finden sich schwarze undurchsichtige Körner oder unregelmässige Fragmente. Ein Theil derselben ist von einem röthlichbraunen, auf polarisirtes Licht unwirksamen Zersetzungsproduct (Brauneisenstein) umgeben und wird von Salzsäure nach 3—4stündigem Angriff gelöst.[1]) Gewiss gehören sie ebenfalls dem Magneteisen an. — Der andere Theil besteht aus Partikeln, welche von grauen Körnern mit starkem Relief und rauher Oberfläche, bald vollkommen, bald nur theilweise umschlossen werden.

Die Thatsache, dass diese Körner aus den schwarzen opaken Fragmenten entstehen, beweist einerseits, dass die grauen Körner

[1]) Zirkel, Lehrbuch d. Petrogr., 1893, Bd. I, pag. 118.

Digitized by Google

nichts anders als Leukoxen (Titanit) sind, während die impellucide sie erzeugende Substanz für Titaneisen zu halten ist.

Manchmal beobachtet man lange, schmale Ilmenitleisten, die an einem Ende unverändert oder nur wenig eingekerbt erscheinen, an dem anderen Ende kaum eine Spur der ursprünglichen opaken Ilmenitsubstanz bemerken lassen; der Rest der Leisten wird aber durch Leukoxenkörner und Wülste ersetzt. Häufig sieht man zahlreiche, fast sich berührende Leukoxenkörner; einige derselben sind an einander gereiht und markiren so die Ilmenitleiste, welche sie hervorgebracht hat.

Es gibt auch so trübe graue Leukoxenklumpen, dass ihre Bestimmung eine schwierige Aufgabe wäre, wenn sie keine Spuren von Titaneisen enthielten; letztere sind noch nicht vollkommen umgewandelt und daher erscheinen die optischen Eigenschaften des Umwandlungsproductes nicht völlig ausgeprägt.

Taucht man ein ungedecktes, gut gereinigtes Präparat 5—6 Stunden in mässig concentrirte Salzsäure, so löst sich das Magneteisen auf, während das Titaneisen nebst seinem Abkömmling — Leukoxen- übrig bleibt. Manche dieser Leukoxenklümpchen enthalten eine kurze, opake, schmale Leiste, welche nichts anderes als Titaneisen sein kann und auch eine unvollkommene Umwandlung beweist: andere enthalten wieder einen oder mehrere schwarze Punkte, von welchen sich nicht bestimmen lässt, ob sie bei der Umwandlung des Titaneisens in Titanit abgeschiedene Magneteisenkörnchen sind, oder blos als Reste von Titaneisen angesehen werden müssen. So kann man den ganzen Uebergangsverlauf des reinen Titaneisens in Titanit verfolgen.

Wie hieraus hervorgeht, beruht die Bestimmung der Leukoxenklumpen auf ihrem Zusammenhang mit und auf ihrer Herkunft aus dem Titaneisen; thatsächlich können sie als nichts anderes angesehen werden, da sie als ein Umwandlungsproduct desselben erscheinen. Weil sie aber weder krystallographische Form, noch charakteristische mikroskopische Structur, noch unzweifelhafte optische Eigenschaften besitzen, habe ich chemisch untersucht, ob diese für Titanit gehaltenen Klumpen die bildenden Elemente desselben enthalten. In der That ist es mir nach Isolirung einer genügenden Menge derselben ohne schwarze Partien gelungen, einerseits die das Titandioxyd kennzeichnenden Reactionen, namentlich: violette Perle

Digitized by Google

mit Phosphorsalz, blutrothe mit Ferrosulfat und orangegelbe Farbe mit Wasserstoffsuperoxyd zu gewinnen; andererseits erhielt ich durch Schwefelsäure mikroskopische Gypskrystalle. Die zweifellose Feststellung dieser Substanz als Leukoxen (Titanit) ist von Belang für die Deutung der Zusammensetzung des Variolit, in welchem sie in ganz ähnlicher Weise, doch minder wohl erkennbar, sehr reichlich auftritt. Im allgemeinen ist die Oberfläche der Leukoxenklumpen sehr runzelig.

Das beständige Vorkommen des Titaneisens und Titanits veranlasst uns, diese beiden Mineralien zu den zwar spärlichen, aber constanten Gemengtheilen des Gesteines zu rechnen. Wo das letztere die oben beschriebene Zusammensetzung besitzt, nimmt man keine amorphe Substanz wahr, sei es auch nur als ein die Bestandtheile umgebendes Häutchen, so dass die Grundmasse des Gesteines blos aus krystallinischen Individuen besteht.

2. Variolit.

Der Diabasporphyrit vor Ortakioi geht an vielen Stellen, wie schon erwähnt, in ein Gestein über, in welchem innerhalb einer compacten Grundmasse Kügelchen — echte Variolen — ausgeschieden liegen.

Makroskopisch. An gut conservirten Stellen hat das Gestein eine dunkelgraue Farbe mit einem kaum bemerkbaren Stich ins Grüne, dagegen ist das Innere der Variolen heller und deswegen treten sie auf einer Bruchfläche als Kreise oder wenig verlängerte Ellipsen hervor. Wo das Gestein einer starken Verwitterung ausgesetzt war, erscheint die Grundmasse dunkelbraun, auch die Kügelchen haben sowohl an ihrer Oberfläche, als auch innerlich beinahe dieselbe Farbe. Manchmal heben sie sich wohl erkennbar halbkugelähnlich auf der Bruchfläche hervor. Im allgemeinen beträgt der Durchmesser dieser Variolen 4—5 Millimeter; nur einige derselben erreichen 7 Millimeter. Die Grundmasse des Variolits wird von zahlreichen Adern und Rissen, die sich zuweilen auch in die Variolen fortsetzen, durchzogen und ist deshalb ziemlich zerbrechlich.

Das specifische Gewicht der Variolen beträgt 2·90; dasjenige der Grundmasse 2·8.

Digitized by Google

Unter dem Mikroskop. Auch an solchen Stellen, wo makroskopisch keine Variolen wahrzunehmen sind, erweist sich das Gestein unter dem Mikroskop doch nach seiner ganzen Stuctur als echter Variolit.

Da sowohl Theile einer und derselben Variole als auch solche der Grundmasse, sowie ferner die verschiedenen Variolen bezüglich ihres Aussehens und ihrer Zusammensetzung von einander abweichen, so vermag ich nicht eine allgemeine Beschreibung derselben zu geben, sondern um einen möglichst richtigen und deutlichen Begriff der Structur dieses Gesteines zu geben, bin ich vielmehr gezwungen, einzeln jeden Theil für sich der Reihe nach zu besprechen.

Variolen. Obwohl sich makroskopisch die Variolen von der Grundmasse sehr deutlich abheben, so ist unter dem Mikroskop doch nur selten eine Grenze wahrzunehmen; am meisten ist dies der Fall an den verwitterten Stellen des Gesteines; infolge dessen ist es oft schwer festzustellen, ob eine gewisse in dem Gesichtsfelde des Mikroskops betrachtete Partie der Grundmasse oder einer Variole angehört.

In den weniger veränderten Variolen beobachtet man lange, helle, farblose und sehr schmale Leisten. Nur zuweilen ist es sichtbar, dass eine solche Leiste aus zwei Lamellen, die zwischen gekreuzten Nicols wie echte Zwillingslamellen sich verhalten, zusammengesetzt ist. Dies berechtigt, die farblosen Leisten für Plagioklas zu halten. Sie unterscheiden sich aber von den oben erwähnten Plagioklasleisten des Diabasporphyrits dadurch, dass sie am häufigsten unlamellirt und ohne Zwillingsbildung und ausserordentlich schmal, als echte Mikrolithe vorkommen. Sie haben aber mit den Lamellen, welche den Plagioklasleisten des Porphyrits seitlich anliegen, die Breite, die Durchsichtigkeit, die Interferenzfarben und das schwache Relief gemeinsam.

Da diese Plagioklasmikrolithen gerade oder unter einem Winkel von 1—2° auslöschen, und da sie dem Angriff der Salzsäure starken Widerstand leisten, weil sie nach mehrstündigem Eintauchen ihre Wirkung auf polarisirtes Licht nicht verlieren, so können wir sie als der Oligoklasreihe angehörend betrachten.

Diese Plagioklasmikrolithen ordnen sich gewöhnlich zu unregelmässigen Sectoren oder unvollkommenen Kreisen.

Die Variolen enthalten zahlreiche derartige Gebilde. Zwischen die strahligen Plagioklasmikrolithen dringen Keile mit starkem Relief ein,

Digitized by Google

die aus einer röthlichbraunen Masse bestehen. Die strahlige Structur rührt also an diesen Punkten von den zuerst erstarrten Plagioklasmikrolithen her.

An manchen Stellen nimmt man wahr, wie eine keilförmige entweder braune isotrope oder eine röthlichbraune doppelbrechende Masse zwischen den Plagioklasmikrolithen eingelagert ist, welche nach aussen in eine Reihe Körner mit starkem Relief sich fortsetzt. Die Art und Weise, wie das keilförmige Glas und die krystallinischen Körnerreihen zwischen den Plagioklasmikrolithen erscheinen, erinnert an die oben erwähnte Lage (Fig. 3) der in Körner getrennten, zwischen den Plagioklaslamellen des Diabasporphyrits eingeklemmten Pyroxenstreifen, mit der Ausnahme, dass hier ein Theil der geschmolzenen Substanz gewiss infolge einer rascheren Erstarrung sich nicht hat individualisiren können.

Hie und da sind die hintereinander geordneten Körner verhältnissmässig gross und unvollständig von einander getrennt; in diesem Falle kann man deutlich das starke Relief und die lebhafte Polarisationsfarbe, sowie im abgeblendeten Licht den eisähnlichen Glanz derselben unterscheiden.

Diesen Eigenschaften schliessen sich noch die nahezu gerade (1—2°) Auslöschung und der optisch negative Charakter ihrer Längsausdehnung an. All das berechtigt, die betreffenden Körner als in Epidot umgewandelten Pyroxen zu betrachten.

Oft im Centrum, aber auch an der Peripherie der Variolen finden sich breite Flecke, in welchen zahlreiche lange schmale Titaneisenleisten auffallen, die einerseits radial und mit den Plagioklasmikrolithen abwechselnd geordnet sind, andererseits kammförmig, zerhackt und den letzteren gegenüber krumm und quer verlaufen, nur selten sich unter einem Winkel von 60° schneiden.

Viel seltener beobachtet man im Innern der Variolen bräunlichgrüne Körnerreihen, die keinen eisartigen Glanz besitzen. Sowohl die Eigenfarbe als auch der Auslöschungswinkel zeigt, dass diese Körner durch Längsspaltrisse und Quersprünge zergliederte Pyroxene sind.

Folgende fünf Bestandtheile: Plagioklasmikrolithen, Titaneisenleisten, Glas, Epidot und Pyroxenkörnerreihen ordnen sich radial und bilden, indem sie sich verzweigen, im Innern der Variolen besen- oder büschelförmige Bildungen. Die Spitzen dieser besenförmigen Aggregate convergiren aber nicht genau nach dem Centrum der

Digitized by Google

betreffenden Variole, sondern man kann blos behaupten, dass ihre Spitzen nach dem Innern derselben gerichtet sind.

Je zwei dieser Bestandtheile gesellen sich abwechselnd und am häufigsten folgendermassen zusammen: 1. Plagioklasmikrolithen mit Titaneisenleisten. 2. Epidotkörnerreihen mit Titaneisenleisten. 3. Pyroxen- und Epidotkörnerreihen mit Plagioklasmikrolithen und 4. Epidotkörnerreihen mit Glas, so dass eine Variole als eine unregelmässige Gruppirung derartiger zusammengesetzter Besen betrachtet werden kann.

Häufig sind die Titaneisenleisten so zahlreich, dass das Gesichtsfeld des Mikroskops, mit Ausnahme der ausserordentlich schmalen hellen Plagioklasmikrolithen, opak und schwarz erscheint.

Die Titaneisenleisten oder deren kammförmige Aggregate sind hie und da von grauen, borstigen oder mit runzeliger Oberfläche versehenen Klümpchen unterbrochen, die angesichts ihrer Entstehung und ihrer optischen Eigenschaften für nichts anderes als Titanit gelten können.

An anderen Stellen sind aus den Titaneisenleisten entweder längliche Wülste oder noch häufiger Körnerreihen von Titanit entstanden, die von Epidotkörnern leicht zu unterscheiden sind, von welchen sie sowohl durch die graue Farbe als auch durch die wenig lebhaften Polarisationsfarben und rauhe Oberfläche abstechen. Folglich können auch, obschon verhältnismässig viel seltener, Titanitkörnerreihen genau wie ihre Urheber mit den anderen Bestandtheilen in ihrer Anordnung abwechseln.

Zuweilen beobachtet man Netze, deren Fäden aus unzähligen aneinander gehäuften Titanitklümpchen zusammengesetzt sind. Es sind aber auch ausserdem zahlreiche zwischen den anderen Bestandtheilen der Variole zerstreute Titanitkörner wahrzunehmen, deren Ursprung man nicht nachweisen kann.

Am häufigsten aber erblickt man im Innern der Kügelchen Titaneisenleisten, Pyroxen- oder Epidotkörner und Plagioklasmikrolithen direct oder durch amorphe Substanz miteinander verkittet.

Nur an ein paar Stellen werden senkrecht sich schneidende Körnerreihen deutlich wahrgenommen, welche in einer Richtung auslöschen, die den Winkel der beiden Körnerreihen halbirt. Es sind zweifellos in Körner zergliederte Querschnitte eines Pyroxenindividuums.

Digitized by Google

Verhältnismässig selten, aber doch nicht zu übersehen sind sonderbare, in gerader Linie geordnete Kreuzchen, welche alle auf einmal parallel ihren Armen auslöschen und das Relief sowie den ähnlichen Glanz des Epidots besitzen. Derartige Gebilde kann man so erklären, dass zwischen den Spaltrissen eines Pyroxens, welcher im Querschnitt vorliegt, nur einzelne Vierecke der Epidotisirung unterworfen wurden. Erkennbare Umrisse eines solchen Querschnittes im Zusammenhang mit diesen Kreuzchen habe ich aber nirgends gefunden.

Im Gegensatz zu den ungemein kleinen Dimensionen der bis jetzt erwähnten Bestandtheile fallen grosse Schnitte auf, sei es als lange Parallelogramme, sei es als verlängerte Sechsecke oder als fast quadratförmige Vierecke (in denen ein Winkel 86—87° beträgt). Alle diese Schnitte erinnern ihrer Form nach an die Pyroxenschnitte nach $\infty P\infty$, $\infty P\infty$ und oP.

Die meisten derselben enthalten in ihrer Mitte eine klumpen- oder säulenförmige dunkelbraune amorphe isotrope Substanz, welche Reste des ursprünglichen Magmas vorstellt. Einige derselben sind zergliedert und die sich ergebenden Bruchtheile durch amorphe Substanz von einander getrennt.

Ein Theil dieser grossen Schnitte ist röthlichbraun, stark polychroitisch und zwischen gekreuzten Nicols von lebhaften Polarisationsfarben. Dieselben müssen als Epidotkrystalle gelten, in welche wahrscheinlich der Titansäuregehalt des in dieselben sich verändernden Pyroxens übergegangen ist und die eigenthümliche Farbe hervorgebracht hat. Die Mehrzahl der grossen Schnitte aber ist grünlichgelb und besteht aus einem Gemenge kleiner Epidotkörner, Chloritschuppen oder Splitter und Calcit.

Es gibt aber zwischen diesen grossen Schnitten auch solche, die wenigstens spurenhaft abwechselnd breite und sehr schmale polysynthetische Lamellen erkennen lassen. Dieselben erscheinen gelblichgrün, weil sie mit sehr feinen Chloritschuppen gespickt sind. Zwischen den gekreuzten Nicols zeigen sie keine Aggregatpolarisation, sondern eine bläulichgraue Interferenzfarbe. Zweifellos hat man es hier mit sehr veränderten Plagioklaskrystallen zu thun.

Die Präparate enthalten verhältnismässig spärlich grosse Krystalle von Titanit. Man findet ihn meist an denjenigen Stellen, wo zahlreiche lange Titaneisenleisten convergiren, als röthlichbraune

Digitized by Google

verhältnismässig grosse verlängerte rhombenförmige Schnitte, die sich pleochroitisch verhalten, starkes Relief und rauhe Oberfläche besitzen, aber wenig lebhafte Polarisationsfarben aufweisen.

Daraus geht hervor, dass ein Theil der grossen Schnitte auf ursprüngliche Pyroxenkrystalle, ein anderer derselben auf Plagioklas, einige wenige auch auf Titanit zurückzuführen sind.

Insbesondere an der Peripherie der Variolen beobachtet man zahlreiche sehr kleine Sectoren oder Kreise, bestehend aus radial geordneten geradlinigen oder gebogenen Epidotkörnerreihen, die auf einem aus demselben Mineral gebildeten Halbkreis- oder S-förmigen Bogen ruhen.

Bisweilen sieht es aus, als sei ein voller Kreis durchschnitten und beide Theile etwas gegeneinander verschoben worden. Solche Bildungen zeigen zwischen gekreuzten Nicols ein schwarzes Kreuz, dessen Arme sehr wenig schief liegen. Die zwischen diesen Epidotkörnerreihen befindliche Substanz ist am häufigsten ohne jede Wirkung auf polarisirtes Licht.

In den Variolen und in der Grundmasse findet sich der Delessit als kleine Flecken, Schuppen und Adern viel spärlicher als im Diabasporphyrit.

Der Pyroxen des Diabasporphyrits ist also mehr der Chloritisirung, der des Variolits mehr einer Umwandlung in Epidot verfallen.

Vacuolen. In den weitaus meisten Fällen erblickt man im Innern der Variolen mehrere Vacuolen, welche mit radial gruppirten Delessitfasern erfüllt sind, so dass sie sphärolitähnliche Aggregate mit strahliger Structur bilden, deren Rand aus amorpher Substanz besteht. Andere derselben haben einen Chloritrand und enthalten Calcit.

Man muss aber die echten Vacuolen (die ursprünglichen Gasblasen), welche rund sind, nicht mit den Einwanderungs- und Umwandlungsproducten verwechseln, die an Stelle ehemals vorhandener Krystalle getreten sind; letztere haben oft wenigstens eine oder zwei gerade Umrisslinien, seltener völlige Pyroxen- oder Plagioklascontouren. Der Rand derselben besteht aus Chlorit (Prochlorit), während sich im Innern ein Gemenge von Calcit, Epidotkörnern und Delessitfasern befindet. Echte Vacuolen liegen gewöhnlich in den Variolen, die zerfressenen Krystalle aber meist in der Grundmasse.

Digitized by Google

Grundmasse. Wie oben erwähnt und wie auf ähnliche Weise auch in anderen Varioliten zu beobachten ist, besteht keine scharfe Grenze zwischen Grundmasse und Variolen. Ein allmählicher Uebergang ist insbesondere beim Variolit von Dobrogea auffallend, so dass man in den meisten Fällen nicht zu bestimmen vermag, wo die Umrisslinie einer Variole aufhört und wo die Grundmasse beginnt. Dies steht eben im Zusammenhang damit, dass in der That kein wesentlicher Unterschied betreffs der Bestandtheile und ihrer Ordnung zwischen Variolen und Grundmasse zu bemerken ist.

Infolgedessen ist eine weitläufige Beschreibung der Grundmasse nicht erforderlich. Im allgemeinen ist es hervorzuheben, dass die Anordnung der Mikrolithe weniger radial ist, dass die Pyroxen-, Epidot- und Titanitkörner winziger als die der Variolen erscheinen, dass die amorphe Substanz mehr vorwiegt, dass die Titaneisenleisten seltener, viel kürzer und grösstentheils in Titanit umgewandelt sind, alle Bestandtheile kleinere Dimensionen aufweisen, dass schliesslich die individualisirten Bestandtheile weniger dicht verkittet sind als im Innern der Variolen. Dem oben Angedeuteten ist noch hinzuzufügen, dass die Titanitkörner zahlreicher als in den Variolen sind und dass Magneteisen fast nur als feines Pulver sich findet. Die beiden letzten Thatsachen verweisen auf eine innerhalb der Grundmasse in ausgedehnterem Masse als innerhalb der Variolen erfolgte Umwandlung des Titaneisens in Titanit. An vielen Stellen der Grundmasse ist nichts anderes zu sehen als ein Gemengsel von ausserordentlich winzigen, ganz regellos zerstreuten Körnern, die aber denjenigen, welche im Innern der Variolen für Pyroxen- und Epidotkörner gehalten werden müssen, ähnlich aussehen, mit grauen borstigen Titanitklumpen, kurzen Plagioklasmikrolithen, theilweise zerfressenen Titaneisenleisten, feinem Magneteisenstaub, kleinen Flecken oder Schuppen von Chlorit.

Auch in der Grundmasse wiederholen sich die Körnerreihen, welche aber hier gewöhnlich von einander durch amorphe Substanz getrennt sind. Zuweilen sind solche Körner zu gewahren, die sich in derselben Reihe unvollkommen von einander getrennt zeigen und ausserordentlich schmale Leisten bilden. In diesem Falle löschen diese Körnerreihen nicht gerade aus, sondern häufig unter einem Winkel von 25°—30° und offenbaren sich dadurch als Pyroxen.

Digitized by Google

Adern. Die Grundmasse ist von zahlreichen Adern durchzogen, von denen einige aus Epidotkörnern, andere aus Delessitfasern, andere wieder aus einem Gemenge dieser beiden Mineralien mit Calcit bestehen. Hie und da finden sich noch Adern, die mit secundärem Quarz gefüllt sind, dessen Körner ausserordentlich feine Delessitfasern enthalten.

Häufig ist es sehr deutlich wahrzunehmen, wie Adern, welche von der Grundmasse ausgehen, im Innern der Variolen sich fortsetzen, immer schmäler und schmäler werden, bis sie in der Nähe des Centrums derselben allmählich verschwinden. Dies ist ein Beweis dafür, dass der Widerstand bei der Trennung von aussen nach dem Innern der Variolen allmählich zunimmt.

3. Die variolitische Modification des diabasporphyritischen Magmas.

Vergleich beider Gesteinsarten.

Sowohl makroskopisch als auch unter dem Mikroskop scheint ein Unterschied in der Structur des Diabasporphyrits und des Variolits wahrnehmbar zu sein. Sogar bezüglich der Bestandtheile könnte man auf den ersten Blick die beiden Gesteinsarten als von einander verschieden betrachten. Die Abweichungen aber sind nun folgendermassen zusammenzufassen: 1. Im Variolit spielt die amorphe Substanz eine bedeutende Rolle. 2. Die individualisirten Bestandtheile des Variolits sind fast gänzlich zu Mikrolithen herabgesunken, deren unterscheidende Eigenschaften unvollkommen ausgeprägt sind, so dass die Mittel, auf welchen einwandfreie Bestimmungen beruhen, theilweise fehlen, was zu den untereinander abweichenden petrographischen Deutungen Veranlassung gab.

Die Absonderung der an und für sich basischen Kügelchen aus einer ebenfalls basischen Grundmasse ist eine sonderbare Erscheinung, welche mit unseren Erfahrungen an anderen, ähnliche sphäroidische Abscheidungen führenden Gesteinen in Widerspruch zu stehen scheint. Hiezu kommt noch die radiale Anordnung der Mikrolithen im Innern der Variolen.

Die krystallinischen Bestandtheile sind dieselben wie im Diabasporphyrit, doch mit der Ausnahme, dass entweder nur ihre Form eine Veränderung erfahren hat, oder dass auch Umwandlungsproducte in grösserer Menge wahrzunehmen sind.

Digitized by Google

Die Untersuchung des Variolits von Ortakioi ist gerade deshalb von Bedeutung, da einerseits die gewöhnlichen Structuren seiner Bestandtheile hie und da auch in der Diabasporphyritfacies zu treffen sind, und weil sich andererseits dieser Variolit sehr wenig von dem porphyritischen Hauptgestein entfernt.

In der That befindet sich der Pyroxen in dem Variolit beinahe nur als reihenweise geordnete Körner, die zwischen den Plagioklasmikrolithen und den anderen Bestandtheilen eingeklemmt sind; wie oben erwähnt wurde, ereignet sich genau derselbe Fall im Diabasphorphyrit (Fig. 3). Was aber hier als Seltenheit erscheint, wird im Variolit zur Regel. Doch enthält letzterer auch grosse, ursprüngliche Pyroxenkrystalle.

Es muss hervorgehoben werden, dass der im Variolit befindliche Pyroxen ausser der Habitusveränderung auch Epidotisirung erlitten hat, die am meisten dort stattfand, wo die Körner oder Leisten nicht zu klein waren. Infolgedessen wird man an gewissen Stellen Pyroxen, an anderen aber Epidotkörner erblicken.

Die Thatsache, dass man grosse, die Form des ursprünglichen Pyroxens besitzende Schnitte von Epidotaggregaten oder sogar unveränderte Pyroxenkrystalle zuweilen beobachtet, berechtigt zu der Annahme, dass nur ein Theil des Pyroxens in Epidot umgewandelt wurde, während der Rest sich frisch erhielt.

Keineswegs darf man alle diese stark lichtbrechenden Körner entweder nur als Epidot oder nur als Pyroxen betrachten.

In dem Variolit von Dobrogea ist gerade wahrzunehmen, dass, obwohl die Umwandlung des Pyroxens in Epidot stattfand, die Epidotisirung doch nur theilweise eintritt, weil auch Pyroxenkörner beobachtet werden können.

Auch der Plagioklas wurde in seiner Krystallisirung gehemmt, so dass er blos zu Mikrolithen erstarren konnte; dies ist aber mehr als Vereinfachung denn als Formänderung anzusehen, d. h. auch im Variolit gleich wie im Diabasporphyrit zeigt sich der Plagioklas als automorpher Bestandtheil.

Sowohl die Winzigkeit der individualisirten Bestandtheile als auch das Vorhandensein der amorphen Substanz erfordern zur Erklärung ihres Entstehens nichts weiter als eine rasche Abkühlung.

Sehr auffallend und schwer erklärlich ist die am meisten im Innern der Variolen befindliche grosse Menge des Titaneisen ange-

Digitized by Google

sichts der geringen Quantität desselben im Diabasporphyrit. Die Thatsache aber, dass der im Diabasporphyrit vorhandene Pyroxen titanhaltig ist, führt zu einer ungezwungen und einzig möglichen Erklärung: Bei der schnelleren Erstarrung hat sich Titansäure wenigstens theilweise vom Pyroxen abgeschieden und durch Verbindung mit FeO und Fe_2O_3 die Menge des Titaneisens vermehrt. Bemerkenswert ist es noch, dass die im Variolit vorkommenden Titaneisenleisten viel länger und schmäler sind als diejenigen im Diabasporphyrit; folglich wirkte die raschere Erstarrung auch auf die Form dieses Bestandtheiles ein. Dies darf man umso weniger übersehen, je bedeutender die Rolle ist, welche die Titaneisenleisten durch ihre Menge und durch ihre radiale Anordnung bei der Bildung der Kügelchen dieses Variolits spielen.

Da die Variolen durch die verhältnismässig stärkeren Dimensionen der individualisirten Bestandtheile und durch die geringere Menge amorpher Substanz dem Diabasporphyrit näherstehen, ist das höhere specifische Gewicht, die stärkere Widerstandsfähigkeit gegen chemische Einflüsse und die grössere Härte leicht erklärlich. Die Thatsache allein, dass der Variolit an gewissen Stellen reichhaltiger an krystallinischen Bestandtheilen ist, welche verhältnismässig grössere Dimensionen erreichen, und infolge des Zurücktretens der amorphen Basis enger aneinander liegen, kann vom physikalischen Standpunkte eine mechanische Abgrenzung verursachen.

Hieraus ist zu schliessen, dass es die Häufung und die Dimensionen der Mikrolithe gewesen sind, wodurch die Variolen in diesem Variolit erzeugt wurden; die Variolen sind demgemäss als solche jünger als die Mikrolithe.

Kurzum, es genügt zur Bildung der Variolen, dass an gewissen Stellen des Magmas eine bevorzugte oder erleichterte Krystallisirung stattfand. Die radiale Anordnung ist keine unentbehrliche Bedingung für die Absonderung der Variolen. Es können also recht wohl Variolite vorkommen, deren Kügelchen keine radiale Structur besitzen, wie z. B. der von J. Tolmatschow neulich untersuchte Variolit vom Fluss Jenissei.

Die quantitative Analyse der Kügelchen im Vergleich mit der der Grundmasse ist angesichts der ausserordentlich feinen Mengung der zusammensetzenden, schwer erkennbaren mineralischen Bestandtheile für diese Gesteinsart von sehr grosser Bedeutung. Indem sie

Digitized by Google

die betreffenden Unterschiede vorführt, gestattet sie uns hieraus zu schliessen, welches die Bestandtheile sein können, die sich im Innern der Variolen in grösserer Menge befinden, und dadurch zu controliren, ob die mikroskopische Diagnose mit der chemischen Zusammensetzung beider Theile (Kügelchen und Grundmasse) des Variolits übereinstimmt.

	a Grundmasse	*b* Variolen	Mittel aus *a* u. *b*
SiO_2	47·05 Procent	49·46	48·25
TiO_2	1·79[1]) „	1·94	1·86
Al_2O_3	13·44 „	15·02	14·23
Fe_2O_3	10·33 „	8·21	9·27
FeO	4·49 „	4·44	4·46
CaO	7·55 „	6·57	7·06
MgO	6·67 „	5·61	6·14
K_2O	1·93 „	2·18	2·05
Na_2O	2·84 „	2·20	2·52
$H_2O + CO_2$	4·06 „	4·20	4·13
	100·15 Procent	99·73	

Daraus sieht man, dass auch in diesem Variolit die Kügelchen reicher an SiO_2 und Al_2O_3, aber an MgO und CaO ärmer als die Grundmasse sind, und dies ist ein Beweis dafür, dass in den Variolen der Plagioklas vorwiegt. Was das FeO anbetrifft, so befindet es sich in denselben Proportionen sowohl in der Grundmasse als auch in den Variolen.

Von Bedeutung für die Erklärung der unter dem Mikroskop wahrnehmbaren Thatsachen ist die Anwesenheit und die Quantität der TiO_2.

Wie aus dem Erwähnten hervorgeht, ist TiO_2 in Titaneisen und Titanit enthalten; in den Variolen aber überwiegt das Titaneisen den Titanit, während in der Grundmasse der letztere vorwaltet.

---

[1]) Eine im Fresenius'schen Laboratorium angestellte Controlanalyse ergab 1·73 Procent TiO_2. In den früheren Analysen (Delesse, Michel-Lévy, Gümbel) ist TiO_2 nicht bestimmt worden. J. Tolmatschow 1897 gibt in den Variolen 0·26 Procent TiO_2, in der Grundmasse 0·36 Procent an.

Digitized by Google

Infolgedessen ist mit 1·79 Procent TiO_2 nach der Formel $Ti_2O_5Ca + Si_2O_5Ca$ die Menge des in der Grundmasse befindlichen Titanits zu berechnen, was 6·26 Procent Titanit ergibt.

Im Innern der Variolen darf man mit 1·94 Procent TiO_2 nach der Formel $Fe''TiO_3 + Fe_2'''O_3$ die Quantität des Titaneisens ermitteln; daraus berechnet sich 7·56 Procent Titaneisen.

Die geringe Menge von Magneteisen bei reichlichem Vorhandensein von Titaneisen in den Variolen einerseits, und der geringe Gehalt an MgO und CaO andererseits zeigt, dass die Hauptmenge des Fe''' nicht dem Pyroxen oder dem Magnetit, sondern dem Ilmenit angehört und letzterer infolgedessen nach einer Formel $xFe''TiO_3 + yFe_2'''O_3$ zu berechnen ist, in welcher $y > x$, was mehr Titaneisen als 7·56 Procent gibt.

Nach dem mikroskopischen Anblick zu urtheilen, würde man die Menge des Titaneisens über 7·56 Procent schätzen; es ist dies aber dieselbe Täuschung, die einem bei der Durchmusterung z. B. eines Thonschiefers widerfährt, welcher trotz der Unmenge von Rutilnädelchen doch nur circa 2 Procent[1]) Rutil enthält.

Der vorliegende Variolit mit 48 Procent ist erheblich basischer als die vom Mont-Genèvre aus dem Flussbett der Durance und von Jalguba, aber auch ärmer an Variolen. Daraus scheint hervorzugehen, dass mit dem Gehalt an SiO_2 auch die Menge der Variolen zunimmt.

Aus den vorstehenden Untersuchungen ergibt es sich mit Wahrscheinlichkeit, dass, wenn auch amorphglasige Masse in dem Variolit stellenweise zu erblicken ist, doch eine ursprünglich völlig glasige Beschaffenheit der Hauptmasse und eine darauf folgende secundäre Entglasung derselben nicht füglich angenommen werden kann.

Ob auch bei dem rumänischen Vorkommnis der Variolit eine an die Oberfläche oder die Peripherie des Diabasporphyrits gebundene Modification darstellt, muss wegen der zur Zeit geringfügigen Aufschlüsse unentschieden bleiben.

[1]) Kalkowsky, N. Jahrbuch. Min. 1879. 389.

Digitized by Google

II. Eläolithsyenitgeschiebe in Rumänien.

In der nordwestlichen Moldau im Becken des Flusses Bistritz unweit der siebenbürgischen Grenze finden sich Geschiebe, welche eine hellgraue schwarzgefleckte, charakteristisch mit Vertiefungen versehene Oberfläche zeigen; bei manchen sind auch aussen zahlreiche Muscovitschuppen wahrzunehmen.

Auf Bruchflächen erkennt man deutlich grauen, fettglänzenden Eläolith, weissen Feldspath, kohlschwarze Hornblende und röthlichgelben Titanit; es sind also Geschiebe eines sehr typischen Eläolithsyenits.

Diese durch Prof. V. Butureanu aufgefundenen Geschiebe kommen an Orten vor, wo dieselben durch die Gewässer Bistricioara und Bicaz angeschwemmt worden sind. Da nun diese Bäche gerade die bekannten Eläolithsyenitmassive von Ditro und Nagy-Hagymas entwässern, so ist man auf den ersten Blick geneigt, die Gerölle als aus diesen letzteren Massiven herrührend zu betrachten und ihnen keine besondere Bedeutung beizumessen.

Nach mikroskopischer Untersuchung stellen diese Geschiebe indessen einen Eläolithsyenit dar, welcher an den die seltenen Elemente führenden accessorischen Mineralien auffallend arm ist und welchem sogar der Zirkon fehlt. Wenn man ferner die Zusammensetzung dieser Geschiebe mit der des von Prof. v. Rath[1]) beschriebenen Eläolithsyenits von Ditro vergleicht, so unterscheiden sie sich von dem letzteren auch dadurch, dass sie keinen Sodalith enthalten. Da sie somit immerhin eine eigenthümliche Facies dieser Gesteinsart darstellen, so soll im Folgenden eine etwas nähere Beschreibung derselben gegeben werden, welche aber gleichwohl nur den Charakter einer vorläufigen Mittheilung besitzt. Eine erschöpfende Untersuchung könnte nur vorgenommen werden, wenn anstatt des vorliegenden fragmentaren Materials die Lagerstätte selbst in Betracht gezogen würde.

Die vorwiegenden Gemengtheile sind der Eläolith und der Feldspath. Hornblende und Biotit sind nur in geringer Menge vor-

[1]) Siehe Mittheilungen über die Geologie des östlichen Siebenbürgen. Verhandlung. des naturhist. Vereines (1875) Bonn.

Digitized by Google

handen. Der Eläolith zeigt oft kurze rechteckige Durchschnitte, deren Ecken durch eine schmale Pyramide abgestumpft sind. Im allgemeinen ist der Eläolith ziemlich frisch erhalten, da die meisten Schnitte klar erscheinen und nur gewisse Punkte seiner Masse sich in Zeolithe umgewandelt haben; ausserdem beobachtet man häufig fast regelmässig hexagonale isotrope Querschnitte. Angesichts der Form seiner Schnitte und seiner Armuth an fremden Mineraleinschlüssen, da er nur selten Amphibolnädelchen enthält, kann man ihn als automorph und als einen der zuerst erstarrten Bestandtheile des Gesteines ansehen. In manchen rechteckigen Schnitten des Eläoliths wird ein Theil desselben durch ein Muscovitblatt gewissermassen ersetzt. An der Berührungslinie zwischen beiden haben sich ungemein kleine, sehr schwach lichtbrechende Körner (vielleicht Kaolin) angesiedelt; zuweilen setzt sich der mit dem Eläolith ein einziges Rechteck bildende Muscovit aus kleinen Schuppen zusammen. Die ununterbrochenen Uebergänge von schuppig gehäuftem bis zu völlig compactem Muscovit innerhalb des Eläolithes führen weit eher zur Annahme einer secundären Entstehung des Glimmers[1]), als einer primären Verwachsung beider Mineralien. Auch sind Eläolithpartien zu bemerken, die in Caucrinit übergegangen sind. Hie und da sieht man grosse Eläolithindividuen, welche fast ganz in Zeolithe umgewandelt sind. Die Feldspathe dieser Geschiebe sind theils Orthoklas, theils Mikroklin, theils Oligoklas. Die Orthoklase, unregelmässig und tafelartig, zeigen oft Zwillingsbildung nach dem Karlsbader Gesetz. Die grossen Individuen erscheinen sehr trüb; die kleinen haben sich verhältnismässig besser conservirt. An manchen Stellen zeigt der Orthoklas Mikroperthitstructur. Die Gesteine sind recht reich an Oligoklas, am vorwaltendsten jedoch ist der Mikroklin mit einer aussergewöhnlich reichen, scharfen und klaren Gitterung.

Die Hornblende ist viel spärlicher als Eläolith und Feldspath und kommt entweder in kleinen regelmässigen Krystallen oder in grossen unregelmässigen Stücken vor; Zwillinge nach $\infty P\infty$ sind häufig zu beobachten.

Diese Geschiebe enthalten neben dem Amphibol auch Aegirin-Pyroxen, welcher sich hier durch seine körnigen, sehr unregelmässigen und an den Enden zackigen Individuen, seine prismatische, deutlich

[1]) Rosenbusch, Mikroskopische Physiographie. Bd. I, pag. 415 (1892).

Digitized by Google

ausgedrückte Spaltbarkeit kennzeichnet. Nur selten sind unvollkommen achteckige Querschnitte desselben zu treffen und in diesem Falle kann man ein schmales $\infty P\infty$ beobachten. In den parallel $\infty P\infty$ gerichteten Schnitten ist sein Pleochroismus deutlich wahrnehmbar — a = dunkelgrün, c = hell gelblichgrün; b ist schwerer festzustellen, da Querschnitte oder solche parallel $\infty P\infty$ selten vorkommen; dennoch kann man beobachten b = olivengrün. Auf $\infty P\infty$ beträgt die Auslöschungsschiefe gegen c in charakteristischer Weise nur ca. 4°—5°. Besonders vielfach sind die Aegirinpartikel um die grösseren Amphibolindividuen versammelt oder zwischen deren Zusammenhäufungen eingelagert. In die Zusammensetzung des Gesteines tritt der Muscovit als sehr spärlicher und unbeständiger Component ein, wie es scheint, meist von secundärer Natur. Ausser demjenigen Muscovit, welchen wir als wahrscheinlich secundäres Product des Eläoliths erkannt haben, sieht man hie und da ein Muscovit- und ein Biotitblatt so verwachsen, dass ihre Spaltrisse genau dieselbe Richtung besitzen, sogar aus dem Biotitblatt setzen sich die Spaltrisse ununterbrochen in den Muscovit fort, d. h. eine Verwachsung beider Mineralien mit parallelen Axensystemen. Da in diesem letzteren Falle wahrscheinlich eine Verwachsung zweier primärer Mineralien vorliegt, so dürfte der Muscovit theils ein ursprünglicher, theils ein secundär entwickelter Gemengtheil sein. Mit dieser Neuproduction von Muscovit würde es zusammenhängen, dass auf der verwitterten Oberfläche gewisser Geschiebe zahlreiche Muscovitschuppen sichtbar sind, während in den Schnitten derselben das Mineral nur sehr spärlich vorhanden ist.

Titanit. Trotz seiner Spärlichkeit ist der Titanit bemerkenswert durch die Regelmässigkeit und häufig auch durch die Grösse seiner Krystalle. Die kleinen Schnitte desselben sind grösstentheils regelmässig rhombisch mit Zwillingsnaht nach der langen Diagonale des Rhombus (Zwil. n. oP). Zuweilen sind einfache Individuen sichtbar, die die Combination $^1/_2P\infty$. $P\infty$. $4P4$. oP andeuten. Die grossen Titanitschnitte zeigen sowohl Zwillinge blos nach oP als daneben auch polysynthetische Zwillingslamellen, welche in jeder Hälfte des ersteren Zwillings symmetrisch schief zu dessen Zwillingsnaht stehen (ob nach $^4/_5P4$?).

Auch Cancrinit ist hier in Form von kleinen Quadraten oder kurzen Rechtecken vorhanden. Das Innere derselben ist sehr trübe

Digitized by Google

und zeigt zwischen gekreuzten Nicols Aggregatpolarisation, während die Ränder für gewöhnlich unverändert und klar sind und dadurch ihre gerade Auslöschung festzustellen ermöglichen. In sehr geringer Menge sind auch Quarzkörner wahrnehmbar, die wenige Flüssigkeitseinschlüsse enthalten und wasserklar erscheinen. Die meisten der impelluciden schwarzen Partikel sind Titaneisen, obwohl das Magneteisen nicht gänzlich fehlt. Die hexagonalen Tafeln des Ilmenits finden sich häufig mit dem Titanit verwachsen; oft sind die Ilmenitindividuen von einem dünnen Häutchen von Titanit umgeben, welcher als Umwandlungsproduct betrachtet werden kann. In diesen Geschieben ist ferner der auch schon aus anderen Eläolithsyeniten bekannte Granat zu bemerken, welcher hier durch Melanit vertreten wird; derselbe kommt in den Schnitten dunkelbraun und normal isotrop, aber nur in unregelmässigen oder körnigen Individuen vor, die am meisten entweder um den Aegirin und die Hornblende gruppirt oder in Aggregaten derselben eingelagert sind. Der Apatit, dessen Querschnitte häufig als Einschlüsse in Hornblende, Aegirin, Biotit und Titanit wahrnehmbar sind, ist ein beständiger, obschon spärlicher Bestandtheil dieser Geschiebe; seine Prismen erreichen bisweilen die beträchtliche Länge von 915 μ.

Eisenkies und Calcit sieht man nur selten. In dem vorläufig zu Gebot stehenden Material konnten anderweitige Mineralien, wie Sodalith, Lavenit oder Eudialyt u. s. w. nicht bemerkt werden.

Die Zusammensetzung dieser rumänischen Geschiebe veranlasst zu dem Schluss, dass sie entweder aus den bekannten ostsiebenbürgischen Eläolithsyenitmassiven herstammen, in welchem Falle diese letzteren Massive dann allerdings nicht blos die ihnen bisher zugeschriebenen Gesteinsausbildungen umfassen, sondern auch solche abweichende Modificationen, wie sie unter den rumänischen Geschieben vertreten sind. Oder die Geschiebe rühren von Massiven her, deren Dasein an der Oberfläche in diesen Gegenden überhaupt bis jetzt unbekannt ist.

Die Feststellung der einen oder der anderen Herkunft der Eläolithsyenit-Fragmente muss ferneren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Digitized by Google

III. Chlorit-Sericitschiefer und Phyllit von Délul Cetátzei Neamtz.

Der Berg, welcher sich von Tîrgul Neamtz (im Norden der Moldau) nach Westen hinzieht, enthält zwischen anderen Gesteinen auch Chloritschiefer, Sericitschiefer und Phyllit. Im Osten kommen sie mit Gliedern der sarmatischen Stufe, im Westen mit Eocän in Berührung.

Diese Schiefer haben petrographisches Interesse, weil sie, obwohl nach Structur und Aussehen von archäischem Charakter, doch zufolge Cobîlcescu wahrscheinlich dem Tertiär angehören; deshalb mögen in Folgendem einige Angaben über ihre Zusammensetzung gemacht werden.

Chloritschiefer.

Dieser Chloritschiefer besteht aus einem Gemenge von Quarzkörnern mit Chloritschuppen; dazu gesellen sich zahlreiche schmale Sericitleisten und wenige Biotitlamellen. Von allen diesen Bestandtheilen besitzen die Quarzkörner die grössten Dimensionen und sind, abgesehen von den einzeln im Gesteinsgewebe vertheilten, sehr häufig unmittelbar so nebeneinander gereiht, dass sie längliche Bänder oder Streifen bilden. Die Quarzkörner besitzen sehr wenige Flüssigkeitseinschlüsse und erscheinen infolgedessen sehr klar. Die verhältnismässig grossen Quarzkörner enthalten lange, ausserordentlich feine Rutilnädelchen, die zu sagenitischem Netzwerk verwoben sind.

Der Chlorit in Form kleiner Blätter, Leisten und Schuppen, welche sich meistens zu parallelen Aggregaten ordnen, füllt den zwischen den Quarzkörnern befindlichen Raum. Eine polysynthetische Zwillingsbildung aus einzelnen gegen einander verwendeten Lamellen ist zwar sehr selten, aber doch wahrnehmbar. Die Chloritlamellen oder Leisten gehen im allgemeinen nach einer und derselben Richtung und sind ziemlich pleochroitisch; parallel der Lamellirung dunkelgrün, senkrecht dazu gelblichgrün. Bemerkenswert ist es, dass sehr häufig eine Chloritlamelle zum Theil in das benachbarte Quarzkorn hineinragt, was sowohl in den Präparaten als auch bei den durch Salzsäure isolirten Quarzkörnern hervortritt.

Der Sericit ist an gewissen Stellen reichlich vorhanden, dennoch immer viel spärlicher als der Chlorit. Die anderen Bestand-

Digitized by Google

theile, welche in kleineren Proportionen zu der Zusammensetzung des Gesteines beitragen, sind: Biotitblättchen, Zoisit, Magneteisen, Titanit, Eisenglanz, Turmalin, Rutil, Oligoklas und Apatit.

Der Zoisit in zahlreichen Individuen zeigt sich als kurze, in zwei Theile zergliederte Säulchen, welche häufig in der Nähe des Quersprunges sehr trübe sind.

Der Titanit ist als sehr kleine Körner zugegen; zuweilen häufen sich mehrere solcher Körner zu Klumpen aneinander. Das Magneteisen bildet sehr regelmässige, aber kleine quadratische Schnitte, auf deren Seiten die Chloritlamellen senkrecht stehen. Um die verhältnismässig grösseren Magneteisenindividuen sind oft die benachbarten Chloritschuppen gelblichbraun gefärbt.

Rutil tritt seltener hervor als Klümpchen, deren Oberfläche sehr borstig erscheint. Manchmal sind ungefähr rechteckige farblose und klare Schnitte zu bemerken, welche ausserordentlich schmale polysynthetische Lamellen aufweisen; auf Grund ihrer sehr wenig schiefen Auslöschung kann man diese Plagioklastafeln der Oligoklasreihe zurechnen.

Flecke und Adern von Eisenhydroxyd durchziehen das Gestein am meisten da, wo zerfressene Magneteisenindividuen sichtbar sind; dadurch werden die Bestandtheile und insbesondere der Chlorit durchtränkt und bräunlichgelb gefärbt.

Der Turmalin kommt in sehr kleinen, aber regelmässigen, mit einem oder zwei Quersprüngen versehenen Säulchen vor, die am einen Ende R, am anderen oR zeigen und stark pleochroitisch sind (parallel der Hauptaxe ε) licht bläulichgrau, senkrecht (ω) dunkel, grünlichblau.

Sericitschiefer.

Der Sericitschiefer scheint noch reichlicher an Quarzkörnern zu sein als der Chloritschiefer und enthält neben einer grossen Menge Sericit auch Chloritschuppen, die aber viel spärlicher als in dem letzteren vorhanden sind. Hie und da aber sieht man deutlich, wie die Menge der Sericitleisten ab- und die der Chloritlamellen zunimmt, so dass zwischen den beiden Gesteinsarten ein allmählicher Uebergang zu beobachten ist. Auch anderen Bestandtheilen, wie: Biotit, Magneteisen, Titanit, Zoisit, Turmalin begegnet man hier, aber in geringerer Menge als im Chloritschiefer. Der Calcit bildet

Digitized by Google

im Sericitschiefer zahlreiche Adern, die aus Körnern mit polysynthetischen Lamellen nach $-{}^1/_2R$ bestehen. Ausser dem Calcit, aber nur sehr selten, sind etwas trüber beschaffene rhombenförmige Schnitte des Dolomits wahrzunehmen, die ohne Zwillingslamellen erscheinen.

Die Sericitschiefer enthalten hie und da kleine, stark lichtbrechende bläuliche Körner, welche rauhe Oberfläche, sowie sehr lebhafte Polarisationsfarben besitzen und an Korund erinnern. Da man beim Anblick solcher Körner im Präparat auf die Vermuthung gelangen könnte, dass es sich vielleicht um anhaftende Partikel des zum Schleifen verwandten Smirgelmaterials handeln könnte, so musste die Gegenwart dieser Körner in der Gesteinsmasse selbst constatirt werden. Wenn das Gesteinspulver mit Salzsäure, dann mit Flussäure behandelt wird, so bleibt wenig feines Pulver, welches v. d. L. unschmelzbar ist, den Topas kräftig ritzt, mit Kobaltnitrat die blaue Masse gibt und nach dem Schmelzen mit saurem schwefelsaurem Kalium die Aluminiumreactionen liefert. Danach ist es kaum zweifelhaft, dass hier Korund als sehr spärlicher Gemengtheil im Sericitschiefer auftritt.[1])

Phyllit.

Der Phyllit besteht fast nur aus sehr kleinen Quarzkörnern und Chloritschuppen, welche sich meist zu schlängelnden Strängen anordnen. Die übrigen Bestandtheile sind spärlich und Eisenhydroxyd färbt die ganze Masse bräunlich. Die Turmalinkrystalle sind seltener als im Chlorit- und Sericitschiefer, aber grösser als in diesen letzteren.

[1]) Ueber das Auftreten von Korund im Chloritschiefer vergl. Arzruni, Z. geol. Gest. (1885), 690.

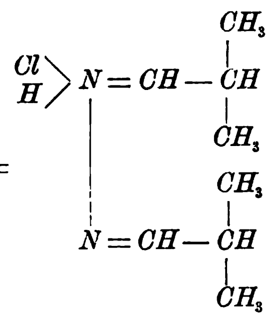
Digitized by Google

XXI. Krystallographische Bestimmungen.

Von **G. Munt.-Murgoci.**

(Mit Taf. XIII.)

I. Chlorhydrat des Isobutyraldazins.

$HCl\,N_2(C_4\,H_8)_2 =$ 

Das Monochlorhydrat des Isobutyraldazins wurde von Dr. A. Franke (a. d. chem. Lab. d. Univ. Wien) durch Behandlung einer ätherischen Lösung des Aldazins mit alkoholischer Salzsäure unter lebhafter Wärmeentwicklung erhalten.[1])

„Das Monochlorhydrat des Isobutyraldazins löst sich leicht in Wasser und heissem Alkohol, schwerer in kaltem; in Aether ist es unlöslich. Die wässerige Lösung reagirt stark sauer und entwickelt beim Kochen deutlichen Kamphergeruch. Beim Verdunsten wässeriger wie alkoholischer Lösung entstehen sehr schöne Krystalle."

„Der Schmelzpunkt 149° C."

Durch die Güte des Herrn Dr. Franke war es mir möglich. einige Gramm von dieser Substanz zu erhalten, welche durch wiederholtes Umkrystallisiren mit Wasser prächtige Krystalle bis 1 Centimeter Grösse geliefert hat.

---

[1]) Ueber die Einwirkung von Hydrazinhydrat auf das Isobutyraldol von Dr. A. Franke. Sitz.-Ber. d. Akademie Wien. Mathem.-naturw. Classe. Bd. CVII. 1898.

Digitized by Google

Die Krystallform des Monochlorhydrats des Isobutyraldazins ist monoklin-holoedrisch:

$$a:b:c = 1{\cdot}39255:1:0{\cdot}84399$$
$$\beta = 90^0\ 46'\ 45''$$

Die Aetzfiguren erweisen deutlich die Monosymmetrie der Krystalle. Auf der Fläche (010) erhält man durch Wasser parallel den Flächenkanten sehr regelmässige Aetzfiguren (Fig. 3 *a*); durch Alkohol und Aether auf denselben Flächen kleine rhombische Pyramiden (Fig. 3 *a* und 3 *b*), deren Lage gegen die Axe *c*, sowie die weiteren Beobachtungen an Zwillingen, mich darauf geführt haben, die Flächen $d^{1/2}$ (Fig. 1 und 2) als (111) zu betrachten, in welchem Falle man für $\measuredangle\beta$ und $a:c$ die obigen Werte, übereinstimmend an Aetzfiguren, bekommt.

Merkwürdig sind die Aetzfiguren auf Zwillingskrystallen. Man sieht da auf der Fläche (010) die Aetzpyramiden längs der Zwillingsebene (100) angereiht, und man findet immer die Hälfte auf dem II Individuum kleiner, als die auf dem I Individuum (Fig. 3 *a* und 5). Andere Pyramiden, welche sich auf einfachen Theilen der Platte finden, sind ganz regelmässig.

Die Krystallgestalt ist sehr einfach. Häufig bemerkt man an kleinen wie an grösseren Krystallen nur die folgenden Flächen: Das Orthopinakoid h^1 $\{100\}$ $\infty P\infty$, das Klinopinakoid g^1 $\{010\}$ $\infty P\infty$, die positive Hemipyramide $b^{1/2}$ $\{11\bar{1}\} + P$ und die negative Hemipyramide $d^{1/2}$ $\{111\} - P$; seltener tritt die negative Hemiorthopyramide $s = d^1\ d^{1/3}\ d^{1/5}$ $(212) - \frac{1}{2}P2$ auf, aber öfter vicinale Flächen.

Die kleinen Krystalle sind immer vollkommene Säulen, verlängert nach der *c*-Axe; die grösseren sind aber öfter dick tafelförmig abgeplattet nach (010) g^1 oder (100) h^1; seltener kommt eine Verlängerung des Krystalls nach der Zonenaxe (111) (1$\bar{1}$1) vor. Dann sind die Flächen (212) *s* sehr entwickelt, während die Flächen (111), (010), (100) sehr schmal sind.

Obwohl die Flächen, weil die Substanz im Wasser sehr leicht löslich ist, ihren Glanz verlieren, war es möglich, unter Benützung der vollkommenen Spaltbarkeit nach g^1 und h^1, mehrere kleine Krystalle (9) zu messen und folgende Winkeltabelle auszuarbeiten.

Digitized by Google

Winkeltabelle des Chlorhydrat des Isobutyraldazins.

Flächenwinkel		Gemessen	Berechnet
h^1 g^1	100 : 010	90°	90°
g^1 $d^{1/2}$	010 : 111	*54° 20′ 40″	—
g^1 $b^{1/2}$	010 : $\bar{1}$11	*54° 1′	—
h^1 $d^{1/2}$	100 : 111	*64° 39′ 30″	—
h^1 $b^{1/2}$	$\bar{1}$00 : $\bar{1}$11	65° 37′ 20″	65° 38′ 15″
$d^{1/2}$ $b^{1/2}$	111 : $\bar{1}$11	49° 44′ 20″	49° 43′ 15″
$d^{1/2}$ $d^{1/2}$	111 : 1$\bar{1}$1	71° 20′	71° 18′ 40″
$b^{1/2}$ $b^{1/2}$	$\bar{1}$11 : $\bar{1}\bar{1}$1	72° 1′	71° 58′
g^1 s	010 : 212	70° 14′ 45″	70° 16′
h^1 s	100 : 212	60° 20′	60° 16′ 30″
d^1 s	111 : 212	15° 44′ 20″	15° 55′ 20″
s s	212 : 2$\bar{1}$2	39° 44′	39° 28′
s $b^{1/2}$	212 : $\bar{1}$11	—	56° 35′ 40″
$d^{1/2}$ $b^{1/2}$	111 : $\bar{1}\bar{1}$1	—	112° 33′ 10″

Zwillinge. Sehr selten findet man einfache Krystalle, häufig sind zwei oder mehrere Individuen nach einem der folgenden Gesetze verzwillingt.

1. Zwillingsebene h^1 (100), Zwillingsaxe senkrecht darauf.

Aeusserlich kennt man die Zwillinge nach diesem Gesetz nur, wenn an dem Krystall die Flächen (212) vorkommen. Man sieht dann an einem Ende acht Flächen [(212) und (111) zusammen], während das andere Ende nur die vier Flächen (111) hat.

In anderen Fällen ist der Zwilling nicht zu erkennen, oder nur am Mikroskop und Goniometer, weil die zwei Winkel h^1 $d^{1/2}$ und h^1 $b^{1/2}$ nur um 1° verschieden sind. Es gibt auch polysynthetische Zwillinge nach diesem Gesetz.

2. Zwillingsebene die Fläche p (001). Zwillingsaxe senkrecht dazu.

Man sieht unter dem Mikroskope in polarisirtem Lichte, dass die zwei nach (100) verzwillingten Individuen noch andere Lamellen enthalten, welche immer mit dem zweiten Individuum auslöschen. Aber die Lamellen durchdringen nicht das ganze umschliessende Individuum, sondern sie schneiden in der Mitte nach einer Geraden ungefähr senkrecht zur Spaltung (100) ab (Fig. 4).

Es ist als ob die entgegengesetzten kleinen Lamellen I und II nach (001) verzwillingt wären, aber es ist in diesem Fall der Auslöschungsunterschied zwischen einer kleinen und der grossen Lamelle I

Digitized by Google

resp. II so klein (1° 30′ berechnet), dass er mikroskopisch nicht wahrgenommen werden kann. Die Messungen des Winkels der Grenzlinie gegen die Spaltbarkeit stimmen mit dem Winkel β überein, und das ist noch ein Beweis für unsere richtige Axenwahl.

Neben diesen Lamellen gibt es auch andere, welche parallel zu den Flächenkanten begrenzt werden, aber jene treten in folgenden Gesetzen ein.

3. Zwillingsebene ($\bar{1}01$), Zwillingsaxe senkrecht darauf.

In diesem Falle bildet der Zwilling ein Knie von 120° (berechnet 119°).

Die Spaltung in jedem Individuum ist unter 60° gegen die Zwillingsebene geneigt, und auf (010) macht a mit der Zwillingsebene einen Winkel von 38° 20′.

4. Zwillingsebene (101), Zwillingsaxe senkrecht dazu.

Da die zwei Individuen des Zwillings nach ($\bar{1}01$) mit den Individuen II und II′ nach (100) (Fig. 5) verzwillingt sind, so kann man annehmen, dass auch I und II′ sowie I′ und II sich in Zwillingsstellung nach (101) befinden. Die Spaltung ist unter 58° 30′ gegen die Zwillingsebene geneigt; a macht mit derselben einen Winkel von 79° 13′.

Spaltbarkeit sehr vollkommen nach g^1 (010), vollkommen nach h^1 (100), schwach nach (101) und ($\bar{1}01$), welche nur in Dünnschliffen und durch Schlagfiguren deutlich werden.

Optische Eigenschaften. Durchsichtig, farblos.

Axenebene (010). Die erste Mittellinie fällt mit a zusammen und macht im stumpfen Winkel β mit c (Spaltungsrichtung) auf (010) einen Winkel von 21° (Fig. 2), so dass die Längsrichtung des Krystalls negativ ist.

Doppelbrechung negativ (—).

Obwohl die Substanz sehr weich, im Wasser löslich und sehr spaltbar ist, war es uns doch möglich, zwei Prismen zu schleifen, um β und γ zu bestimmen, aber nur β wurde für *Na*-Licht bestimmt.

$\beta = 1{\cdot}5625$ *Na*-Licht

roth	gelb	blau des Spectrums
$\alpha = 1{\cdot}5528$	1·5608	1·5701
$\beta = 1{\cdot}5547$	1·5626	1·5704
$\gamma = 1{\cdot}5677$	1·5762	1·5857

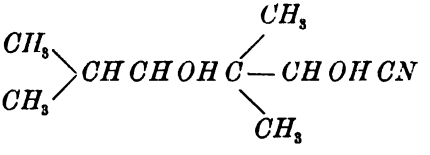
Doppelbrechung $\gamma - \alpha = 0{,}0153$ (mit dem M. L. Comp. gemessen).

Digitized by Google

Die Dünnschliffe parallel zu (100) h^1 zeigen ein einziges Axenbild. Für den Axenwinkel, mit Schneider's Apparat gemessen, bekommt man $2H_a = 58^0\ 20'$, woraus $2E_a = 94^0\ 41$ und $2V_a = 56^0$ (Fig. 2).

Schwache geneigte Dispersion; $\varrho > v$.

2. Isobutyraldolcyanhydrin.



(Nitril der 3,3,5-Trimethyl-Hexan-2,4diolsäure.)

Diesen Körper, und den folgenden, verdanke ich der Güte des Herrn Dr. L. Kohn (a. d. chem. Labor. d. Univ. Wien), welcher durch die Einwirkung von Cyankalium auf aliphatische Aldehyde eine ganze Reihe von Körpern aus verschiedenen Classen erhalten hat.[1])

„Das Isobutyraldolcyanhydrin entsteht, wenn man auf Isobutyraldehyd eine concentrirte wässerige Cyankaliumlösung einwirken lässt; indem unter lebhafter Erwärmung das Flüssigkeitsgemisch zu einem compacten Krystallbrei erstarrt."

„Unlöslich im Wasser und Aether, löslich in heissem Alkohol, daraus in messbaren, tafelförmigen, farblosen Krystallen."

„Schmelzpunkt 140° C."

Die Krystalle, welche ich beobachtet habe, waren 1—5 Millimeter gross, einfach und mit vollkommenen, glatten, spiegelnden Flächen.

Die Krystallform des Isobutyraldolcyanhydrins ist monoklin-holoedrisch.

$$a : b : c = 1{\cdot}55464 : 1 : 1{\cdot}45179$$
$$\beta = 105^0\ 18'$$

[1]) Einwirkung von Cyankalium auf aliphatische Aldehyde. Sitz.-Ber. d. Akad. Wien. Mathem.-naturw. Classe. Bd. CVII, 1898.

Digitized by Google

LIBRARY OF THE UNIVERSITY

Die Krystalle zeigen immer nur folgende Combinationen (Fig. 6): das Protoprisma m {110} ∞P, das basische Pinakoid p {001} $0P$ und die positive Hemipyramide $b^{1/2}$ {$\bar{1}11$} $+P$. Ich habe drei Krystalle gemessen, welche folgende Winkel ergeben:

Winkeltafel des Isobutyraldolcyanhydrins.

Flächenwinkel		Gemessen	Berechnet
m m	110 : 1$\bar{1}$0	*112° 37′	—
m m'	110 : $\bar{1}$10	67° 25′	67° 23′
m p	110 : 001	* 81° 35′	—
m' p	$\bar{1}$10 : 001	98° 24′	98° 25′
$b^{1/2}$ p	$\bar{1}$11 : 001	* 65° 39′	—
$b^{1/2}$ m'	$\bar{1}$11 : $\bar{1}$10	32° 46′	32° 46′
$b^{1/2}$ m	$\bar{1}$11 : 110	—	64° 16′
$b^{1/2}$ $b^{1/2}$	$\bar{1}$11 : $\bar{1}\bar{1}$1	—	100° 2′

Die Krystalle sind regelmässig ausgebildet, isolirt oder in Gruppen, häufig sieht man auch nach (001) tafelförmige Krystalle, welche immer alle obgenannten Flächen zeigen.

Zwillinge. Deutlich kennt man nur die Zwillinge nach (001) mit einer darauf senkrechten Axe. Hiebei kommen alle vier Pyramidalflächen an einem Ende vor, und man sieht auf den Prismaflächen die einspringenden Winkel, welche diese Zwillinge kennzeichnen.

Die Auslöschungsrichtung c macht in jedem Individuum mit der Zwillingsebene auf (010) einen Winkel von 41°.

Spaltbarkeit vollkommen nach p (001).

Optische Eigenschaften. Farblos.

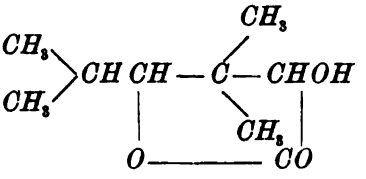
Axenebene (010). Das basische Pinakoid zeigt eine ungefähr senkrechte Axe. Die erste Mittellinie fällt mit a zusammen, welche mit c im spitzen Winkel β einen Winkel von 26° bildet. Doppelbrechung negativ (—).

Weil die Krystalle zu klein waren und die Substanz sehr weich ist, war es uns unmöglich, die Brechungsexponenten zu bestimmen. Da das basische Pinakoid eine Axe sehr wenig geneigt zeigt, so folgt daraus, dass $2E$ nicht grösser als 75° sein kann.

Geneigte Dispersion ziemlich stark; $\varrho > v$.

Digitized by Google

3. Das Oxylacton.



(3,3,5-Trimethyl-Hexan-2-Ol-Olid.)

Herr Dr. L. Kohn hat dieses Oxylacton durch die Einwirkung verdünnter Salzsäure auf vorstehendes Isobutyraldolcyanhydrin erhalten.[1])

„Eminent krystallisationsfähiger Körper. Nicht unlöslich im Wasser, leicht löslich in Alkohol und Aether, daraus in centimeterlangen Spiessen."

„Schmelzpunkt 92·5° C."

Die nadelförmigen Krystalle zeigen nur prismatische Flächen und mit grosser Schwierigkeit war es mir möglich, 1—2 Millimeter grosse isolirte Krystalle mit Endflächen zu erhalten, aber auch diese waren schon aus zwei oder drei parallel verwachsenen Individuen zusammengesetzt.

Die Krystallform dieses Oxylactons ist rhombisch, disphenoedrische Classe.

$$a:b:c = 0{\cdot}75173 : 1 : 0{\cdot}81621$$

Gegen meine Erwartungen erhielt ich durch Alkohol, Aether und Wasser nur undeutliche Aetzfiguren, aber die Krystalle zeigen gewöhnlich nur ein Sphenoëder und wenn das zweite vorkommt, sind seine Flächen sehr klein und unmessbar (Fig. 7 *b*).

Man unterscheidet folgende Combinationen (Fig. 7 *a*, 8). Prismen: das Prisma dritter Ordnung m (110) ∞P. Die Makroprismen: $n = h^{11}$ {650} $\infty \breve{P}\frac{5}{6}$, $k = h^{13}$ {850} $\infty \breve{P}\frac{5}{8}$, $l = h^{18}$ {1350} $\infty \breve{P}\frac{5}{13}$; die Brachyprismen: $r = g^9$ {450} $\infty \breve{P}\frac{5}{4}$; $s = g^6$ {150} $\infty \breve{P}5$; das Makropinakoid h^1 {100} $\infty \bar{P}\infty$, das Brachypinakoid g^1 {010} $\infty \breve{P}\infty$, das Prisma erster Ordnung e^1 {011} $\breve{P}\infty$, das primäre Sphenoëder b^1 {112} $\frac{1}{2}P$ und das secundäre Sphenoëder b^1 {1$\bar{1}$2} $\frac{1}{2}P$. Daneben vicinale Flächen, meistens in der Zone des Prismas dritter Ordnung.

[1]) Loco cit.

Digitized by Google

Ich habe zehn Krystalle gemessen, davon nur fünf mit Endflächen, und folgende Winkeltabelle erhalten.

Winkeltabelle des Oxylactonkrystalles.

Flächenwinkel		Gemessen	Berechnet
$m\ m'$	$110 : 1\bar{1}0$	*73° 52′	—
$m\ m''$	$110 : \bar{1}10$	106° 8′	106° 8′
$h^1\ m$	$100 : 110$	36° 55′	36° 56′
$n\ h^1$	$650 : 100$	25° 12′	25° 10′
$b\ h^1$	$1350 : 100$	16° 1′	16° 7′ 30″
$g^1\ m$	$010 : 110$	53° 4′	53° 4′
$r\ g^1$	$450 : 010$	46° 38′ 30″	46° 47′
$s\ g^1$	$150 : 010$	15° 33′	14° 56′
$m\ b^1$	$110 : 112$	*55° 49′	—
$e^1\ m$	$011 : 110$	67° 56′	67° 45′
$b^1\ e^1$	$11\bar{2} : 011$	30° 49′	31° 11′
$b^1\ g^1$	$11\bar{2} : 010$	—	70° 16′ 10″
$b^1\ h^1$	$11\bar{2} : 100$	—	63° 25′
$b^1\ b^1$	$11\bar{2} : \bar{1}1\bar{2}$	68° 22′	68° 18′
$e^1\ e^1$	$011 : 0\bar{1}1$	—	78° 26′ 40″

Die häufigste Gestalt wird von {110}, {112}, {010} und {011} zusammengesetzt (Fig. 7 *b*); seltener treten das secundäre Sphenoëder, noch seltener und nur in einem oder zwei Quadranten die complicirteren Prismaflächen hinzu.

Zwillinge. Fast alle isolirten Krystalle stellen einen Ergänzungszwilling von einem rechten mit einem linken Individuum vor (Fig. 9). In diesem Fall zeigen die Krystalle eine Symmetrieebene (010).

Spaltbarkeit sehr vollkommen nach (100), vollkommen nach (010), unvollkommen nach (110) und ($1\bar{1}0$).

Optische Erscheinungen. Farblos.

Axenebene (001). Die erste Mittellinie fällt mit $a = a$ zusammen. Doppelbrechung negativ (—). Die Bestimmungen für den Brechungsexponent β, der allein bestimmt werden konnte, ergaben:

	roth	gelb	blau des Spectrums
$\beta =$	1·5130	1·5157	1·5196

Für den Axenwinkel habe ich mit Schneider's Apparat gefunden: $2H = 57° 35'$, woraus $2E = 93° 14'$ und $2V = 57° 16'$.

Digitized by Google

Die Prismaflächen zeigen eine Axenspur.

Ziemlich grosse Dispersion; $\varrho > v$.

Diese Bestimmungen habe ich im mineralogisch-petrographischen Institut der k. k. Universität zu Wien ausgeführt und spreche ich an dieser Stelle dem Herrn Hofrath G. Tschermak sowie Herrn Prof. A. Pelikan für die wertvollen Rathschläge und Erklärungen, mit welchen sie mich bei dieser Arbeit unterstützten, meinen besten Dank aus.

Erklärung der Tafel.

Fig. 1. Axonometrische Projection des Chlorhydrats des Isobutyraldazins, $r = 3$ $s = 5$.

Fig. 2. Stereographische Projection desselben auf (010) als Grundebene; a a die erste Mittellinie.

Fig. 3 *a*. Zwilling nach (100). Aetzfiguren auf (010) durch Wasser (die hexagonalen Figuren), durch Aether und Alkohol (die Pyramiden).

Fig. 3 *b*. Eine erhabene Pyramide, Aetzfigur auf (010) durch Alkohol. Die Basisdiagonalen entsprechen nach Richtung und Verhältnis den *a*- und *c*-Axen des Krystalls.

Fig. 4. Zwilling nach (100) mit Lamelle nach (001) verzwillingt.

Fig. 5. Zwei Individuen nach ($\bar{1}01$), resp. (101) verzwillingt, weil jedes Individuum polysynthetisch nach (100) zusammengesetzt ist. Aetzfiguren durch Aether.

Fig. 6. Axonometrische Projection des Chlorhydrats des Isobutyrcyanhydrins. $r = 3$ $s = 5$.

Fig. 7 *a*. Axonometrische Projection des Oxylactons. $r = 3$ $s = 5$.

Fig. 7 *b*. Die häufigste einfache Form.

Fig. 8. Stereographische Projection desselben.

Fig. 9. Horizontale Projection eines Ergänzungszwillings des Oxylactonkrystalls.

Digitized by Google

XXII. Chemische Analyse des Meteoriten von Zavid.

Von **Dr. Carl Hödlmoser**, Assistenten am Institute für angewandte medicinische Chemie.

(Mit einer Textfigur.)

Die chemische Untersuchung des Meteoriten, welcher bei Zavid in Bosnien gefallen ist, wurde mir von Herrn Professor Friedrich Berwerth übertragen. Ich erhielt zum Zwecke der Analyse ungefähr 20 Gramm des Materials, welches, fein gepulvert, der Untersuchung unterzogen wurde. Herr Professor Berwerth wird in einer separaten Mittheilung die Eigenschaften des Meteoriten vom mineralogisch-petrographischen Standpunkte aus besprechen.

Die qualitative Untersuchung ergab das Vorhandensein folgender Bestandtheile: Kieselsäure, Aluminium, Eisen, Mangan, Kobalt, Nickel, Calcium, Magnesium, Kalium, Natrium, Schwefel und Wasser.

Die Menge des Mangans, Kobalts und Nickels erwies sich zu gering zur quantitativen Bestimmung, dagegen wurden die übrigen erwähnten Bestandtheile quantitativ bestimmt.

Folgendes sind die Ergebnisse der quantitativen Analyse:

I. Aufschliessung mit kohlensaurem Natron-Kali.

1·0934 Gramm Substanz gaben:

SiO_2	0·4581	Gramm
Al_2O_3	0·0210	„
Fe_2O_3	0·3352	„
CaO	0·0504	„
$Mg_2P_2O_7$	0·6883	„
entsprechend		
MgO	0·2492	„

Digitized by Google

II. Aufschliessung mit Flussäure.

1·0663 Gramm Substanz gaben:

Summe der Chloralkalien . .	0·0282 Gramm
K_2PtCl_6	0·023 „

entsprechend

Na_2O	0·0112 „
K_2O	0·0044 „
Li_2O	— „

III. Wasserbestimmung.
Aufschliessung mit kohlensaurem Natron-Kali.

1·0645 Gramm Substanz gab:

H_2O . . . . . 0·0042 Gramm.

IV. Schwefelbestimmung.

0·5766 Gramm Substanz gaben:

$BaSO_4$ . . . . . 0·0424 Gramm

entsprechend

S . . . . . 0·0058 Gramm.

V. Bestimmung des metallischen Eisens.[1])

2·06 Gramm Substanz gab:

H . . . . . 1·03 Cubikcentimeter
(bei 0° und 760 Millimeter Barometerstand)

entsprechend

Fe . . . . . 0·003 Gramm.

VI. Bestimmung des specifischen Gewichtes.

1·9608 Gramm Substanz wurden verwendet.
Gefundenes specifisches Gewicht = 3·5241.

---

[1]) Der hiebei verwendete Apparat wird weiter unten beschrieben werden.

Digitized by Google

VII. Die Aufschliessung des Meteoriten im Rohre mit Flussäure ergab das Fehlen von Eisen in der Oxydform.

Aus den angeführten Bestimmungen lässt sich folgende procentische Zusammensetzung des Meteoriten berechnen:

H_2O	0·39 Procent
SiO_2	41·90 „
Al_2O_3	1·92 „
Fe	0·15 „
FeO	27·40 „
Co	Spur
Ni	„
Mn	„
CaO	4·60 „
MgO	22·79 „
Na_2O	1·05 „
K_2O	0·41 „
S	1·01 „
Summe	101·62 Procent
dem Schwefel äquivalente Menge von O	0·51 „
	101·11 Procent

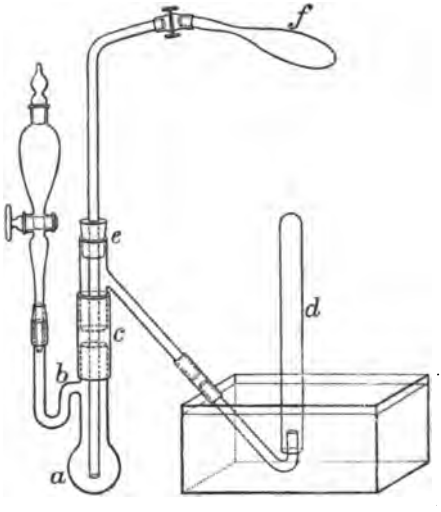
Die Menge des metallischen Eisens wurde nach dem Gewichte des beim Uebergiessen mit Säure aus dem Meteoriten sich entwickelnden Wasserstoffs berechnet.

Der hiebei verwendete Apparat hatte folgende Einrichtung: Das Kölbchen *a* (siehe die beigegebene Textfigur) hat bei *b* ein seitliches Ansatzrohr, in welches, mittels eines Schlauchstückes luftdicht mit dem Rohre verbunden, ein kleiner Hahntrichter eingesetzt ist. Bei *c* ist mit dem Halse des Kölbchens wieder durch einen Gummischlauch ein Stück Glasrohr fest verbunden, welches ein nach abwärts verlaufendes Ansatzrohr trägt, das zum Absorptionsrohre *d* führt. Durch einen bei *e* angebrachten Gummipfropf ist in das Kölbchen ein dünnes, oben horizontal gebogenes Glasrohr gesteckt, welches am oberen Ende mit der Glasröhre *f* in Verbindung steht. Diese ist aus schwer schmelzbarem Glase hergestellt und an einem Ende zugeschmolzen. Die letztere Verbindung ist wieder durch Kautschukschlauch mit Klemme vermittelt.

Digitized by Google

Der Apparat wird in folgender Weise beschickt: In den Hahntrichter kommt verdünnte Schwefelsäure, welche, um die Gasentwicklung vollständig zu gestalten, mit etwas Platinchlorid versetzt ist. In das Kölbchen füllt man die abgewogene Substanz ein, die Absorptionsröhre wird mit Quecksilber beschickt, das Glasrohr *f* mit kohlensaurem Mangan. Die Zerlegung des Meteoriten durch die Säure wird im Kohlensäurestrome durchgeführt, wobei die Kohlensäure durch Erwärmen des kohlensauren Mangans gewonnen wird.

Bevor man nun die Säure auf die Substanz einwirken lässt, wird zuerst der Apparat in allen seinen Theilen von der atmosphä-



rischen Luft befreit, indem man einen Strom von Kohlensäure längere Zeit durch den Apparat streichen lässt. Sodann lässt man aus dem Hahntrichter verdünnte Schwefelsäure mit etwas Platinchlorid gemengt, auf die Substanz herabfliessen, worauf bei Gegenwart von metallischem Eisen sofort eine lebhafte Gasentwicklung beginnt. Die Kohlensäureentwicklung wird dabei sistirt, zu welchem Zwecke man die Flamme unter dem Glasrohre *f* entfernt und dieses durch den Quetschhahn verschliesst. Während des Versuches schüttelt man öfters das Kölbchen, um die Säure mit allen Theilchen der Substanz in Berührung zu bringen. Zum Schlusse, wenn die Gasentwicklung auch nach weiterem Zusatze von Schwefelsäure und nach wiederholtem

Digitized by Google

Umschütteln sich nicht mehr erneuert, leitet man einen kräftigen Strom von Kohlensäure durch den Apparat, um die letzten Reste von Wasserstoff in das Absorptionsrohr zu treiben. Das in diesem befindliche Gasgemenge wird dann nach den Regeln der Gasanalyse untersucht. Die Kohlensäure und der vorhandene Schwefelwasserstoff werden durch eine Kalikugel absorbirt, das restirende Gas abgelesen, nach Zugabe von Luft wieder abgelesen und dann nach Zusatz von Knallgas verpufft.

Aus der Grösse der Contraction wird die Menge des vorhandenen Wasserstoffs berechnet und nach dieser das Gewicht des metallischen Eisens in der Substanz.

Digitized by Google

XXIII. Kritische Beiträge zur Systematik der Eruptivgesteine.

I.

Von **F. Loewinson-Lessing** in Jurjew (Dorpat).

Das letzte Decennium ist für die Petrographie der Eruptivgesteine dadurch bezeichnend, dass, neben der Ausarbeitung neuer Methoden zur genauen mikroskopischen Bestimmung der Gesteinsgemengtheile, Fragen der chemischen Beziehungen, der Differentiation, der verwandtschaftlichen Beziehungen, der Genesis und der Systematik und Nomenclatur der Eruptivgesteine immer mehr in den Vordergrund des Interesses rücken. Es genügt, an die Arbeiten von Rosenbusch, Becke, Lang, Brögger, Teall, Michel-Lévy, Iddings, Bäckström, Becker, Pirsson, Vogt, Johnston-Lavis, Zirkel etc. zu erinnern, um einen Einblick in diese neue fruchtbringende Richtung der Petrographie der Eruptivgesteine zu gewinnen. Ich selbst bin auch in den letzten Jahren bemüht gewesen, diese Fragen nach Kraft zu fördern. Jetzt nehme ich mir vor, in einer Reihe von kleinen, periodisch erscheinenden, Notizen verschiedene auf die Systematik der Eruptivgesteine sich beziehende Fragen zu erörtern und beginne mit der kritischen Durchmusterung einiger von solchen neuen Gesteinstypen, die von mir in meinen „Studien über die Eruptivgesteine“ [1]) noch nicht berücksichtigt worden sind.

Euktolith, Rosenbusch. [2])

Die Analyse dieses interessanten, soeben von Rosenbusch beschriebenen Gesteins lässt sich folgendermassen berechnen:

---

[1]) Compte-Rendu de la VII. Session du Congrès Géologique International, St. Pétersbourg 1897.

[2]) H. Rosenbusch, Ueber Euktolith, ein neues Glied der Theralithischen Effusivmagmen. — Sitz.-Ber. d. preuss. Akad. d. Wiss. Berlin, 1899, VII, pag. 110.

Digitized by Google

SiO_2	0·697			
Al_2O_3	0·098	0·118		
Fe_2O_3	0·020			
FeO	0·072	0·709	0·814	8·1 $\bar{R}O$ 1·2 R_2O_3 7·0 SiO_2, oder
CaO	0·299			6·8 $\bar{R}O_2$ R_2O_3 5·9 SiO_2.
MgO	0·338			Aciditätscoefficient $\alpha = 1·19$ oder
Na_2O	0·026	0·105		1·2 $R_2O : RO = 1 : 6·7$.
K_2O	0·079			

Das Gestein gehört offenbar zu den ultrabasischen Gesteinen, und zwar zu den basanitischen Magmen. Es ist aber ein Kaligestein und muss daher an die Kalibasite gereiht werden; jedenfalls kann es nicht zu den Theralithen gehören, die doch Natrongesteine sind. Von dem sogenannten Madupit, mit welchem es Rosenbusch vergleicht, weicht es ebenfalls merklich ab. In chemischer wie auch in mineralogischer Beziehung nimmt der Euktolith eine Mittelstellung zwischen Melilith- und Leucitbasalt (mit Glimmer statt Augit) ein. Der niedrige Gehalt an Thonerde und der hohe Gehalt an Monoxyden sind solche Merkmale, die den Euktolith an die Melilithgesteine reihen. Andererseits zeigt er auch eine gewisse Verwandtschaft mit dem Missourit. Jedenfalls ist es ein interessanter neuer Gesteinstypus.

Der Euktolith ist demnach ein melanokrater glimmerhaltiger Melilith-Leucitbasalt. Die Bezeichnung Euktolith scheint mir schon deswegen unbequem zu sein, weil sie zu sehr an Eukolit erinnert.

Zu der Untergruppe der intermediären (alkalisch-erdalkalischen) ultrabasischen Gesteine gehören somit folgende Magmentypen:

1. Limburgite und Augitite.
2. Camptonite.
3. Monchiquit, Typus I.
4. Nephelinbasalte und Basanite.
5. Leucitbasalte und Basanite.
6. Melilith-Leucitbasalte (Euktolithe).

Digitized by Google

Wyomingit, Cross.[1])

Rechnet man die Analyse auf Molecularproportionen um, so erhält man Folgendes:

SiO_2	0·970			
Al_2O_3	0·145	0·149		
Fe_2O_3	0·004			
FeO	0·052			4·1 $\bar{R}O$ 1·5 R_2O_3 9·7 SiO_2[3])
CaO[2])	0·040	0·262	0·410	oder 2·7 $\bar{R}O_2$ R_2O_3 6·47 SiO_2.
MgO	0·170			Aciditätscoefficient α . . . 2·1
Na_2O	0·121	0·148		$R_2O : RO = 1 : 1·8$.
K_2O	0·027			

Aus diesen Zahlen ist es ersichtlich, dass der Wyomingit den Glimmerdioriten und besonders den Minetten nahe steht. Da nun Cross die Vermuthung ausspricht, dass der farblose Gemengtheil nicht Leucit, sondern wohl Sanidin sein könnte, gewinnt meine auf Grund der Analyse erfolgte Bestimmung des Wyomingits als einer effusiven Minette sehr viel an Wahrscheinlichkeit. Ich würde demnach den Wyomingit als einen melanokraten Minette-Typus bezeichnen; vielleicht ist es ein Verbindungsglied zwischen Minette und Tephrit.

Der Orendit ist fast identisch mit dem Wyomingit.

Madupit, Cross.[4])

Das als Madupit (Nr. XI) bezeichnete Glied der Reihe von Leucitgesteinen aus den Leucit-Hills zeigt manchen verwandtschaftlichen Zug mit dem Leucitabsarokit, dem Missourit und besonders mit einigen Leucititen (siehe die bei mir[5]) unter den Nummern 242

---

[1]) W. Cross, Igneous rocks of the Leucite Hills and Pilot Butte, Wyoming. — Am. J., 154, 1897 (VI), pg. 115.

[2]) 2·30% CaO sind für die in Abzug gebrachte CO_2 abgezogen worden.

[3]) $\bar{R}O$ bedeutet die Summe aller Monoxyde (Alkalien und alkalische Erden), d. h. $\overset{I,II}{R}O$.

[4]) Ibid.

[5]) Studien über die Eruptivgesteine. — Compte-Rendu de la VII. Session du Congrès Géologique International, St. Pétersbourg.

Digitized by Google

und 243 angeführten Analysen), wie man sich aus folgender Berechnung davon überzeugen kann:

SiO_2	0·760			
Al_2O_3	0·097	0·131		
Fe_2O_3	0·034			6·5 $\bar{R}O$ 1·3 R_2O_3 7·6 SiO_2
FeO	0·017	0·542		5 $\bar{R}O_2$ R_2O_3 5·9 SiO_2.
CaO	0·236			Aciditätscoefficient α . . . 1·46
MgO	0·289		0·647	$R_2O : RO = 1 : 5·1$.
Na_2O	0·015	0·105		
K_2O	0·090			

Ich würde demnach das Gestein als einen melanokraten Leucitit auffassen und bezeichnen: Aev●.

Die Madupite liefern ein neues Beispiel dafür, wie wichtig es ist, bei der Systematik der Gesteine die quantitativen Beziehungen der Hauptgemengtheile zu berücksichtigen. Doch glaube ich nicht, dass man die melanokraten und leukokraten Vertreter eines Gesteinstypus mit besonderen Namen zu bezeichnen braucht. Dazu genügen z. B. in diesem Fall die Zeichen Aev● und Aev○ (melanokrater und leukokrater Leucitit[1]).

Latit, Ransome.[2])

Von den zwei unten angeführten Analysen passt diejenige des Augitlatits sehr gut in den Rahmen der Andesite. Was nun die Analyse Nr. IV betrifft, so stimmt sie mit den von mir als Andesitdacit (oder besser Dacitandesit) bezeichneten Gesteinen überein.

Augitlatit.

SiO_2	0·936			
Al_2O_3	0·162	0·181		
FeO_3	0·019			3·6 $\bar{R}O$ 1·8 R_2O_3 9·4 SiO_2
FeO	0·058	0·268		oder 2 $\bar{R}O_2$ R_2O_3, 5·2 SiO_2.
CaO	0·116			Aciditätscoefficient α . . . 2·08
MgO	0·094		0·355	$R_2O : RO = 1 : 3$.
Na_2O	0·040	0·087		
K_2O	0·047			

[1]) Ibid., pag. 246.

[2]) F. Ransome, Some Lava Flows of the Western Slope of the Sierra Nevada, California. — Bull. U. S. Geol. Surv. Nr. 89, 1898.

Digitized by Google

Latit Nr. IV.

SiO_2	0·990			
Al_2O_3	0·161	0·176		
Fe_2O_3	0·015			
FeO	0·048	0·167	0·279	2·8 $\bar{R}O$ 1·8 R_2O_3 9·9 SiO_2
CaO	0·073			oder 1·56 $\bar{R}O_2$ R_2O_3 5·5 SiO_2.
MgO	0·046			Aciditätscoefficient α . . . 2·45
Na_2O	0·059	0·112		$R_2O : RO = 1 : 1·5$.
K_2O	0·053			

Die Andesite bilden, wie es scheint, drei verschiedene Gesteinsreihen. Die eine lehnt sich durch Uebergangsglieder, wie den Augitlatit, den Ciminit, an die Basalte an. Die andere ist durch die Andesittrachyte (auch Gauteit, Vulsinit etc.) mit den Trachyten verbunden. Die dritte endlich geht durch die Andesitdacite in die Dacite über. Man kann diese drei Andesittypen als den basaltischen, den trachytischen und den dacitischen bezeichnen. Der erste entsteht durch ein Anwachsen des Gehalts an Monoxyden und durch ein entsprechendes Fallen des Kieselsäuregehalts. Für den zweiten ist ein Fallen des Gehalts an Monoxyden und an Kieselsäure zugleich mit einem Steigen des Gehalts an Alkalien gegenüber demjenigen an alkalischen Erden verbunden. Für den dritten kann man ein Fallen des Gehalts an Monoxyden und ein Steigen des Kieselsäuregehalts als charakteristisch anführen.

Der eigentliche Latit stimmt mit den von mir als Andesitdacite[1]) bezeichneten Gesteinen gut überein. Die Andesitdacite sind saure Andesite oder Quarzandesite, wo der Kieselsäureüberschuss entweder als Quarz zur Abscheidung gelangt ist oder in der Glasbasis zurückgeblieben ist. Der Quarz-, respective Kieselsäuregehalt ist aber merklich niedriger als bei den Daciten. Wie ich in meiner oben citirten Arbeit bereits geäussert habe, ist der Dacit durchaus kein Quarzandesit, sondern eher ein Quarztrachyt und ist demnach die Bezeichnung Quarzandesit in keinem Fall als Synonym für Dacit zu gebrauchen.

---

[1]) F. Loewinson-Lessing, Etudes de pétrographie générale avec un mémoire sur les roches éruptives d'une partie du Caucase Central. 1898, pag. 382. — Trav. de la Soc. d. Natur. de St. Pétersbourg, vol. XXVI, livr. 5.

Digitized by Google

Taimyrit, Chrustschoff. [1])

SiO_2	1·076		
Al_2O_3	0·194	0·214	
Fe_2O_3	0·020		$2\,\bar{R}O\,2{\cdot}1\,R_2O_3\,10{\cdot}8\,SiO_2$
CaO	0·022	0·035	oder $\bar{R}O_2\,R_2O_3\,5{\cdot}4\,SiO_2$.
MgO	0·013		Aciditätscoefficient α . . . 2·55
Na_2O	0·127	0·164	0·199 $RO : R_2O = 1 : 5$.
K_2O	0·037		

Wie aus obigen Zahlen leicht zu ersehen ist, entspricht der Taimyrit durchaus dem nordmarkitischen Magma. Unter den Effusivgesteinen entspricht diesem letzteren der Typus der kieselsäurereichen Natrontrachyte, zu denen der Taimyrit wohl auch gehört. Der Taimyrit ist somit als leukokrate Facies der kieselsäurereichen Natrontrachyte oder der Natron-Quarztrachyte aufzufassen (siehe z. B. Analyse 162 in meinen „Etudes etc."), was Rosenbusch bereits richtig erkannt hat, indem er den Taimyrit als sanidinitähnlichen Trachyt bezeichnete.

Natron-Quarztrachyt (oder Taimyrit) ist das effusive Aequivalent der Nordmarkite.

Unter „Quarztrachyt" verstehe ich Trachyte mit einem nicht bedeutenden Kieselsäureüberschuss, der entweder als Quarz zur Abscheidung kommt oder in der Glasbasis zurückbleibt. Das sind alkalireichere und kieselsäureärmere Gesteine als die Dacite, und sollten diese letzteren nicht auch Quarztrachyte genannt werden.

Von den Trachyten, die neutrale Gesteine sind, zweigen sich bei anwachsendem Kieselsäuregehalt drei Zweige ab, welche die Vermittlung mit den sauren Gesteinen herstellen. Durch Anwachsen des Kieselsäuregehaltes bei gleichbleibendem Gehalt an Monoxyden, wobei freilich die alkalischen Erden auf Kosten der Alkalien etwas ansteigen, gehen die Trachyte in Dacite über und dann in Dacitliparite Svenonius (= Plagioklasrhyolith Szadeczky = Dellenit Brögger). [2]) Fällt bei steigendem Kieselsäuregehalt der Gehalt an Monoxyden, wobei die Alkalien bedeutend auf Kosten der

[1]) Mélanges géolog. et paléontol. Acad. d. Sciences de St. Pétersbourg. I, 153, 1892.

[2]) Siehe mein Petrographisches Lexikon. Supplement, 1898.

Digitized by Google

alkalischen Erden anwachsen, so entstehen Quarztrachyte, die unter weiterem Anwachsen des Kieselsäuregehaltes in Liparite übergehen. Ist endlich das Steigen des Kieselsäuregehaltes mit einem Steigen des Gehaltes an Monoxyden verbunden, so entstehen Pantellerite. Die Quarztrachyte zerfallen in Natron-Quarztrachyte (wohin der Taimyrit gehört) und Kali-Quarztrachyte (wohin der Toscanit Washington gehört).

Somit lassen sich folgende drei Reihen verzeichnen:

Trachyt	Dacit		Dacitliparit.
	Quarztrachyt	Natron-Quarztrachyt (Taimyrit)	Natronliparite.
		Kali-Quarztrachyt (Toscanit)	Kaliliparite.
	(Trachyt-Pantellerit? — fehlt)		Pantellerit.

Jurjew (Dorpat), Mai 1899.

Digitized by Google

XXIV. Der Hypersthen-Andesit der Insel Alboran.

Von F. Becke.

(Hiezu Taf. XIV und 4 Textfiguren.)

Das Gestein der kleinen, 80 Kilometer vom Cabo de Gata gelegenen Felseninsel Alboran ist bereits wiederholt beschrieben und vollkommen zutreffend als Hypersthen-Andesit bestimmt worden.[1])

Dass von demselben hier nochmals eine Beschreibung veröffentlicht wird, mag sich dadurch rechtfertigen, dass seit der letzten Beschreibung durch Osann die Untersuchungsmethoden sich so vervollkommnet haben, dass schärfere Bestimmungen möglich wurden, als sie noch vor 10 Jahren für durchführbar oder auch nothwendig gehalten wurden, ferner durch die ausgeführten chemischen Analysen, welche die eigenthümliche extreme Stellung erkennen lassen, die dem Gestein der Insel Alboran und wohl auch den übereinstimmenden Gesteinen vom Cabo de Gata in der Reihe der Hypersthen-Andesite zukommt.

Die äussere Veranlassung zu der vorliegenden Untersuchung gab der Umstand, dass Se. kais. Hoheit Herr Erzherzog Ludwig Salvator mir eine grössere Anzahl von ihm auf Alboran gesammelter Gesteinsproben übergab, deren Bestimmung und Beschreibung in das von ihm veröffentlichte Werk über Alboran[2]) aufgenommen wurde.

Der Herausgeber dieses Prachtwerkes hat gestattet, dass die Ergebnisse der petrographischen Untersuchung hier nochmals zum Abdruck gebracht werden. Hiefür, sowie für die Ueberlassung des schwer zugänglichen Materiales und sonstige Förderung der Untersuchung sei an dieser Stelle der ergebenste Dank ausgesprochen.

[1]) Salvador Calderon y Arana, Estudio petrografico sobre las rocas volcanicas del Cabo de Gata e isla de Alboran. Boletine de la Comision del Mapa geologico de España. Tom. IX, 1882. — Osann: Ueber den geol. Bau des Cabo de Gata. Zeitschr. d. deutschen geol. Gesellsch. 1891, XLIII.

[2]) Alboran. Prag, H. Mercy Sohn, 1898. (Verfasser nicht genannt.)

Digitized by Google

Die Insel Alboran liegt 3° w. von Greenwich, auf 36° n. Breite, östlich von der Strasse von Gibraltar, 80 Kilometer südlich vom Castillo de Guardia vieja und 55 Kilometer nördlich vom afrikanischen Cap Tres Forcas. Sie fällt genau in das SW.-Streichen der Sierra des Cabo de Gata, in welcher die nächsten petrographischen Verwandten der Gesteine von Alboran zu finden sind.

NO. von der schmal dreieckigen Insel und in der Verlängerung ihrer Axe gelegen, ragt in einer Entfernung von circa 100 Meter ein Felsenriff: Isla de la Nube, welches aus demselben Gestein besteht wie die Insel.

Auf dem Südende der Insel steht ein Leuchtthurm.

Nach den vorliegenden Beschreibungen besteht Alboran aus geschichtetem Tuff, der zahlreiche grössere und kleinere Blöcke von Hypersthen-Andesit enthält. Die Schichten des Tuffes streichen WNW.—OSO. und fallen gegen NNO. ein.

Mir lagen zahlreiche Stücke des gelblichgrauen lockeren, zerreiblichen Tuffes vor, welche zum Theile feinerdig und sandig waren, zum Theile zahlreiche glasreiche Lapilli von sehr verschiedener Grösse enthielten, zum Theile auch eingebacken in den Lapillituff rundliche oder eckige Brocken von Hypersthen-Andesit umschlossen. An manchen Stücken war die Wechsellagerung gröber und feiner sandiger Schichten zu erkennen, an den Stücken mit gröberen Lapilli und mit Brocken war von Schichtung nichts zu sehen.

Die Brocken zeigten äusserlich ziemlich grosse Unterschiede, doch war der Unterschied der chemischen mineralogischen Zusammensetzung ein geringer.

Die äussere Form der kleinen Lapilli der Lapillituffe ist unbestimmt knollig oder rundlich. Ich habe keine ausgesprochenen individualisirten Formen an denselben beobachtet, noch ist auch in der Vertheilung oder Grösse der häufig vorkommenden Poren ein Gegensatz von Rinde und Innerem zu bemerken, wie er sonst an Bomben und Lapilli häufig beobachtet wird. Auch Spuren einer Abrollung sind nicht zu bemerken.

Die grösseren vorliegenden Brocken, von denen manche Faust- bis Kopfgrösse erreichen, zeigen keine bestimmten Formen, sondern sehen aus wie unregelmässige Bruchstücke.

Digitized by Google

Manche sind schlackig-porös mit kleinen, unregelmässigen, verzweigten Poren. Andere sind compact und haben Andeutungen von Fettglanz, ähnlich manchen Laven von Santorin. Noch andere, meist heller gefärbt, zeigen eine etwas schimmernde Grundmasse.

Alle vorliegenden Stücke haben deutlich porphyrische Structur mit zahlreichen Einsprenglingen von Anorthit, Augit und Hypersthen. Die Einsprenglinge von Augit sind dunkelgrün und erreichen in manchen Varietäten die Grösse von 10 Millimeter. Die Hypersthenkrystalle sind kleiner, die Einsprenglinge von Anorthit sind meist nur einige Millimeter gross, übertreffen aber an Zahl die der dunklen Gemengtheile.

Die Grundmasse mancher Stücke ist perlgrau; dann erweist sie sich im Schliff als glasreich. In anderen Stücken ist die Farbe tief schwarzbraun durch reichlichen Gehalt an globulitenreichem Glase und Magnetitkörnchen. Selten treten heller graue Färbungen der Grundmasse auf, welche bei gröberer Textur derselben beobachtet werden. Diese Stücke scheinen aber immer etwas verändert zu sein. Ganz sicher secundär ist die ziegelrothe Färbung mancher Stücke mit sehr compacter und dichter, verkieselter Grundmasse.

Nach Grösse und Zahl der Einsprenglinge und nach der Färbung der Grundmasse lassen sich viele verschiedene Varietäten unterscheiden. Dieselben im einzelnen zu beschreiben hätte aber keine Bedeutung.

In Bezug auf das Zusammenvorkommen vieler verschiedener Varietäten des Eruptivgesteins scheint der Tuff von Alboran Aehnlichkeit zu haben mit den Brockentuffen des böhmischen Mittelgebirges, welche Hibsch[1]) beschrieben hat, und deren mannigfache Gesteinsvarietäten von Graber[2]) genauer untersucht wurden.

Mikroskopische Untersuchung.

A. Einsprenglinge.

I. Anorthit.

Die Plagioklas-Einsprenglinge treten in wohlausgebildeten Krystallen auf, welche aber nur selten 4 Millimeter Grösse erreichen; die Gestalt ist dicktafelig nach (010). Die vorherrschenden Krystall-

[1]) Diese Mittheilungen, XV, 235, 1895.

[2]) Ebenda, 291.

Digitized by Google

formen sind (010) . (001) . ($\bar{1}$01) . ($\bar{1}$02) . (110) . (1$\bar{1}$0) . (021) . (0$\bar{2}$1). Auch Pyramiden der Zone [101] lassen sich an den Durchschnitten erkennen.

Zwillingsbildung nach dem Albit- und Karlsbader Gesetz ist eine allgemeine Erscheinung. Nach dem Periklingesetz eingeschaltete Lamellen kommen häufig vor. Im Schnitt (010) sind sie stärker nach vorne geneigt als die Spaltrisse nach (001). Auch das Bavenoër und Manebacher Gesetz lässt sich öfter constatiren. Wahrscheinlich sind unter den sehr mannigfaltigen Verwachsungen noch andere Zwillingsgesetze verborgen.

Die Durchschnitte lassen im gewöhnlichen Lichte deutliche Zonenstructur erkennen infolge der Anordnung der sehr häufigen, mit bräunlichem, globulitisch gekörneltem Glase erfüllten Einschlüsse. Oft sind die inneren Anwachsstreifen der Durchschnitte unbestimmt rundlich und erst die äusseren streben der regelmässigen Gestalt zu, als ob ein durch Corrosion eines älteren Krystalles entstandener Kern durch Ausheilung Krystallform gewonnen hätte.

Schon die Untersuchungen von Osann an ähnlichen Gesteinen des Cabo de Gata lassen keinen Zweifel, dass die Plagioklaskrystalle einem anorthitähnlichen Feldspath angehören. Damit stimmen meine optischen Untersuchungen völlig überein: die grosse Auslöschungsschiefe in Schnitten nach (010), die 45° übersteigende Auslöschungsschiefe in symmetrischen Durchschnitten der Zwillinge nach dem Albitgesetz.

Eine genauere Bestimmung wurde durch die Interferenzbilder von Zwillingen ermöglicht.

In zahlreichen Durchschnitten von Doppelzwillingen beiläufig senkrecht zur Verticalaxe konnte die Position der optischen Axe B mit Camera lucida und drehbarem Zeichentisch ermittelt werden. Stets lag die optische Axe B im Krystallraum oben rechts vorne und die im Gesichtsfeld eingetragenen Tracen der Axenebenen zweier nach dem Albitgesetz verzwillingten Individuen kreuzten sich mit dem zwischen der Axe B und der Mittellinie α liegenden Abschnitt, entsprechend jener Lage der optischen Axe B, welche in der Abhandlung über die Bestimmung kalkreicher Plagioklase durch die Interferenzbilder von Zwillingen[1]) in Fig. 10 dargestellt ist.

[1]) Diese Mittheilungen, XVI, 435, 1894.

Digitized by Google

Die Resultate dieser Messungen mögen in tabellarischer Form wiedergegeben werden:

Fundort und Nummer des Handstückes	ϱ	λ	Formel	Bemerkung
Isla de la Nube 3 . .	$+ 8^1/_2$	$- 4^1/_2$	$Ab_{18}An_{82}$	perlgrau, glasreich
	$+ 7^1/_4$			
Isla de la Nube 4 . .	$+ 6$	$- 5$	$Ab_{16}An_{84}$	grösserer Brocken mit grauer glasreicher Grundmasse. Analyse I.
		$- 4$		
Alboran 8, Kern . .	$+ 5^1/_2$	$- 5$	$Ab_{15}An_{85}$	dunkelgrau, schlackig
Hülle . .	$+ 9$	$- 4$	$Ab_{20}An_{80}$	
Alboran 9	0	$- 6^1/_2$	Ab_6An_{94}	ähnlich Nr. 8
	$+ 2^1/_2$	$- 5^1/_2$	$Ab_{10}An_{90}$	
		$- 6$		
Alboran 18	$+ 2^1/_2$	$- 7^1/_2$	$Ab_{10}An_{90}$	hellgrau, wenig Pyroxen, krystalline Grundmasse
Alboran 19	$+ 7^1/_2$	$- 6$	$Ab_{18}An_{82}$	schwarzgrau, kleinporphyrisch, glasreiche Grundmasse. Analyse II.
	$+ 7$	$- 6$		
Alboran 25	$+ 4{\cdot}7$	$- 4{\cdot}5$	$Ab_{14}An_{86}$	ähnlich Nr. 19, augitreicher. Analyse III.
Alboran 27	$+ 3{\cdot}5$	$- 5$	$Ab_{12}An_{88}$	grob, porphyrisch, mit grossen Augiten und Hypersthenen in hellgrauer krystalliner Grundmasse.
Alboran 28	0	$- 6^3/_4$	Ab_6An_{94}	

In der beistehenden Fig. 1 sind die gefundenen Positionen der Axe B durch kleine schwarze Punkte eingetragen. In der Figur sind ferner bezeichnet:

● Durch volle schwarze Kreise die von mir bestimmten Positionen für Anorthit vom Mte. Somma und für den Bytownit Ab_1An_3 von Närödal.

○ Durch leere Kreise die Positionen der Axe B für die Plagioklase Ab_1An_1, Ab_2An_3 und Ab_1An_{99} nach M.-Lévy.

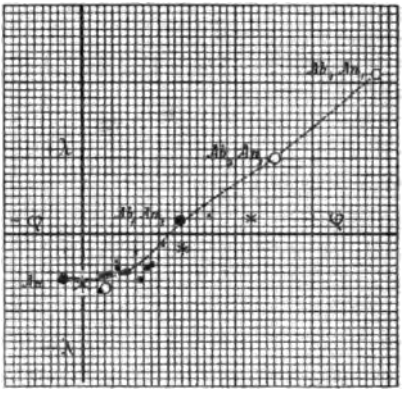
✳ Durch grosse sechsstrahlige Sterne die Positionen der optischen Axe B von Anorthit und von zwei Bytowniten nach v. Fedorow.

Digitized by Google

× Durch kleine Kreuzchen die Axenpositionen von einigen früher von mir bestimmten Feldspathen.

Man sieht, dass alle gefundenen Axenpositionen merklich unterhalb der Curve liegen, welche ich im Jahre 1894 zur Darstellung des Ortes der Axe *B* bei basischen Plagioklasen auf Grund eigener Beobachtungen gezeichnet. Schon damals waren mehrere Axenpositionen bekannt, welche unterhalb jener Curve fallen. Ich muss es als wahrscheinlich betrachten, dass die Curve, welche den mittleren Ort der optischen Axe *B* bei den dem Anorthit nahe stehenden Plagioklasen darstellt, einen etwas anderen Verlauf nimmt, als ich ihn damals gezeichnet hatte. Es scheint, dass sich bei den dem

Fig. 1.



Anorthit nahe stehenden Plagioklasen der Winkel der optischen Axen rascher verkleinert, als die Verschiebung der Ebene der optischen Axen erfolgt. Daraus ergibt sich dann ein etwas stärker nach unten convexer Verlauf jener Curve. Ob gleichzeitig auch eine Verschiebung der optischen Axe *B* beim Anorthit nach vorne gegenüber der am angeführten Orte verzeichneten Position anzunehmen ist, wie M. Lévy vermuthet[1]), lasse ich dahingestellt. Wiederholte Bestimmungen haben eine beträchtliche Verschiebung in diesem Sinne nicht wahrscheinlich gemacht.[2])

[1]) Bull. Soc. franç. de Min. XVIII, 1895, 94.

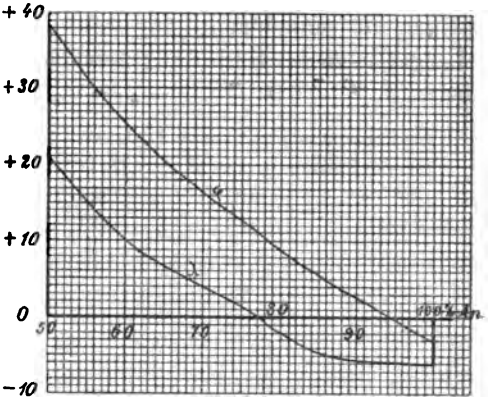
[2]) Dass alle Deductionen und Speculationen über die Ableitung der Positionen der optischen Axen der Mittelglieder der Plagioklasreihe, so interessant sie vom theoretischen Standpunkt sein mögen, auf sehr schwachen Füssen stehen, so lange die

Digitized by Google

Lässt man die Correctur der Curve im oben angedeuteten Sinne zu (vergl. Fig. 2), so ergibt sich weiter, dass der Winkel λ im letzten Theile der Curve von B fast ungeändert bleibt, dass also die Bestimmung vornehmlich den Winkel φ zu berücksichtigen hat. Unter diesen Voraussetzungen ergibt sich für die Zusammensetzung der Plagioklase von Alboran die in der letzten Columne angeführte Formel. Dabei ist zu bemerken, dass die absoluten Anorthitgehalte mit einer grösseren Unsicherheit behaftet sind als die Stellung der einzelnen Vorkommnisse zu einander.

Eine bemerkenswerte Eigenthümlichkeit dieser dem Anorthit durchwegs sehr nahe stehenden Einsprenglinge ist das Fehlen oder

Fig. 2.



doch das Zurücktreten der isomorphen Schichtung, welche sonst bei den Einsprenglingen der Andesite so auffallend hervortritt, dass sich Kern und äusserste Hülle oft um mehr als 40% im Anorthitgehalt unterscheiden.

Meist sieht man im Kern in der Dunkelstellung Schichten sich von einander abheben, die kaum um 1—2 Grade in der Auslöschungsrichtung differiren. Selten werden einzelne dieser Schichten so breit, dass sie gesondert untersucht werden können, und dann sind die Unterschiede der Orientirung gering (vergl. Gestein Nr. 9 in der Tabelle).

Beobachtungsthatsachen bezüglich des Endgliedes der Reihe so unsicher sind wie jetzt, ist klar.

Digitized by Google

Nur eine schmale Aussenzone hat eine merklicher abweichende Auslöschungsrichtung; aber auch hier ist ihre Lage von der Art, dass man keinen albitreicheren Feldspath als basischen Labrador in den äussersten Schichten annehmen kann.

In einzelnen Fällen lässt sich dies folgendermassen zahlenmässig nachweisen.

Bekanntlich [1]) liefert die Position der optischen Axe B in 3 Individuen eines Doppelzwillings oder auch nur in 2 nach dem Karlsbader Gesetz verzwillingten Individuen die Position des Schnittes.

In einem Durchschnitt des Gesteins Nr. 25 wurde aus der Position der Axe B in den 3 Individuen (1′), (2) und (2′) eines Doppelzwillings die Position der Schnittfläche S abgeleitet zu: $\lambda = +8^0$, $\varphi = +7^0$.

Für diese Position sind den Diagrammen von M. Lévy folgende Auslöschungsschiefen zu entnehmen, die mit der factisch beobachteten Auslöschungsschiefe der Hülle des untersuchten Durchschnittes verglichen werden:

	Auslöschungsschiefen nach M.-Lévy für die Position $\lambda = +8^0$, $\varphi = +7^0$			Beobachtung
	An	$Ab_2 An_3$	$Ab_1 An_1$	
(1)	$+62^0$	$+15^0$	$+9^0$	—
(1′)	-45^0	-17^0	-11^0	-17^0
(2)	$+9^0$	$+2^0$	$+7^0$	$+3^0$
(2′)	—[2])	$+3^0$	—	$+6^0$

Die beobachteten Zahlen stimmen dem Sinne und der Grössenordnung nach recht gut mit dem basischen Labrador $Ab_2 An_3$.

In einem Durchschnitt aus dem Gestein Nr. 19 ergab sich die Position des Schnittes $\lambda = -3^0$, $\varphi = +3^0$.

	Auslöschungsschiefen nach M.-Lévy			Beobachtung
	An	$Ab_2 An_3$	$Ab_1 An_1$	
(1)	$+50^0$	$+2^0$	$+3^0$	$+6^0$
(2)	$+40^0$	$+11^0$	$+8^0$	$+27^0$
(2′)	-60^0	-8^0	-6^0	-20^0

Diese Zahlen sprechen für eine recht basische Zusammensetzung der schmalen Randzone, etwa der Formel $Ab_1 An_4$ entsprechend.

[1]) Vergl. F. Becke, diese Mitth. XIV, pag. 436.

[2]) Schnitt nahe senkrecht zur optischen Axe, daher keine Auslöschungsschiefe scharf angebbar.

Digitized by Google

In beiden verzeichneten Fällen ist die Grundmasse glasreich und die Hülle sehr schmal und geradlinig begrenzt. Bei mehr krystalliner Entwicklung der Grundmasse wird sie etwas breiter und greift zackig zwischen die anderen Grundmassecomponenten ein. Immer macht sie nur einen sehr geringen Volumtheil des ganzen Krystalles aus. Wenn die Hülle etwas breiter wird, erkennt man, dass sie nicht völlig homogen ist, indem die Auslöschungsschiefe nach aussen stetig sinkt.

Eine Schicht ähnlich beschaffener Feldspathsubstanz umkleidet öfter auch die Glaseinschlüsse.

II. Augit.

Dieses Mineral bildet dunkelgrüne kurzsäulenförmige Krystalle, welche in den grobporphyrischen Varietäten bis 1 Centimeter Länge erreichen. Die Querschnitte zeigen Prisma und beide Pinakoide im Gleichgewicht. Die Endigung lässt zumeist die gewöhnliche Pyramide $(\bar{1}11)$ erkennen, doch kommen insbesondere an polysynthetischen Zwillingen nach (100) auch steilere Flächen vor, welche sich jedoch nicht genau bestimmen liessen. Zwillingsbildung nach (100) ist häufig. Die Spaltbarkeit nach (110) ist in dünnen Schliffen sehr deutlich.

Die Farbe der Augitdurchschnitte im Dünnschliff ist blassgrün. Dichroismus ist nicht bemerkbar. Schnitte nach (010), welche konoskopisch geprüft wurden, zeigen eine Auslöschungsschiefe $c\gamma$, welche stets einige Grade unter 45° bleibt. Der Charakter der Doppelbrechung erweist sich positiv. In geeigneten Schnitten konnte der Winkel $2V$ durch Messung des Abstandes der Axe von der Spur der Mittellinie γ mit Camera lucida und Zeichentisch ermittelt werden. In einigen Schnitten war es auch möglich, den Winkel zwischen den optischen Axen B in beiden Individuen eines Zwillings nach (100) zu messen. Die Hälfte dieses Winkels liefert den Winkel zwischen der optischen Axe B und der Verticalaxe. Der Winkel $2V$ schwankt von 50—57°, der Winkel BB' von 25—29°.

Die im Querschnitt sichtbare Axe B ist etwas stärker dispergirt als die durch (100) sichtbare Axe A. Die Dispersion $\varrho > v$ um γ ist an beiden Axen angedeutet. Hieraus folgt geneigte Dispersion, und es muss der Winkel $c\gamma_\varrho < c\gamma_v$. Diese Dispersion der Mittellinien war auch in einzelnen Fällen in Schnitten nach (010) an der Dispersion der Auslöschungsrichtungen zu erkennen. Doch ist diese

Digitized by Google

Dispersion sehr schwach und nur bei grosser Aufmerksamkeit wahrnehmbar.

Die folgende Tabelle gibt die Resultate der Messungen, welche an den Augitdurchschnitten mehrerer Gesteinsproben angestellt wurden. In der Columne - Auslöschungsschiefe $c\gamma$ stehen öfter zwei Zahlen; die erste ist durch Messung an konoskopisch geprüften Schnitten nach (010) gefunden. Die zweite eingeklammerte ist aus den gemessenen Winkeln V und BB' berechnet. Es ist $c\gamma = V + {}^1/_2\, BB'$. Die Bestimmung von $\gamma - \alpha$ erfolgte mittels des Babinet'schen Compensators.

Tabelle der Beobachtungen am Augit.

Fundort und Nummer des Handstückes	$2V$	BB'	$c\gamma$	$\gamma - \alpha$	Bemerkung
Isla de la Nube 3	50°	—	42°	—	
Isla de la Nube 4	54° 57°	25°	43° (39½) (41)	—	
Isla de la Nube 5	—	—	42°	0·028	
Alboran 8	—	—	41°	0·027	etwas zu klein, Schnitt nicht genau $\perp \beta$
Alboran 9	50°	—	42°	—	
Alboran 25	52°	29°	42° (40½)	—	
Alboran 27	50°	—	41°	0·029	
Alboran 28	50°	28°	40° (39)	—	

Wie die Tabelle lehrt, wird $c\gamma$ aus V und BB' immer etwas kleiner berechnet, als die Messung der Auslöschungsschiefe auf (010) ergibt. Diese regelmässige Abweichung ist daraus zu erklären, dass bei der graphischen Construction von V und BB' als Brechungsexponent β die runde Zahl 1·7 angenommen wurde, während der Brechungsexponent wahrscheinlich etwas niedriger ist. Daher wären die Winkel $2V$ und BB' je um 2—1 Grad zu erhöhen.

Die optischen Eigenschaften dieser Augite entfernen sich ziemlich weit von denjenigen der basaltischen und tephritischen Augite, welche in den letzten Jahren wiederholt durch Blumrich, Graber und Sigmund im mineralogischen Institut der deutschen Universität in Prag studirt worden sind. Dort hat man zumeist starke Dispersion der Auslöschungsschiefen, einen Winkel $c\gamma$ über 45°, einen Winkel $2V$, der im allgemeinen mit zunehmender Auslöschungsschiefe ab nimmt.

Digitized by Google

Hier ist die Dispersion der Auslöschungsschiefen, wenngleich dem Sinne nach gleich, doch vielmal schwächer, fast unmerklich, die Auslöschungsschiefe $c\gamma < 45^0$, und $2V$ scheint — wenn man extreme Fälle vergleicht — mit zunehmender Auslöschungsschiefe zu wachsen.[1])

Im ganzen zeigt sich eine Annäherung an die Verhältnisse der Diopsidreihe, welche sich auch in der hohen Zahl für $\gamma - \alpha$ ausspricht; doch wird die für die eigentlichen Diopside charakteristische Dispersion $c\gamma_\varrho > c\gamma_v$ nicht erreicht, und $2V$ ist etwas kleiner als bei den Diopsiden.

Zum Vergleich seien einige dieser Bestimmungen zusammengestellt:

	$2V$	$c\gamma$
Diopsid[2])	59°	39°
Hedenbergit[2])	59°52′	47°
Basaltischer Augit von Klöch[3]) (Sigmund):		
Anwachspyramide von s	55°	51°
Anwachspyramide von m	44°	59°
Steinberg bei Feldbach (Sigmund[4]):		
Anwachspyramide s	66°	48°
Anwachspyramide m	60°	55°
Boxberg (Blumrich[5]) und Graber[6]):		
Anwachspyramide s	$61^1/_2 - 64^0$	51°
Anwachspyramide m	59°40′ — 61°30′	56°
Leucittephrit Tetschen (Graber[6]):		
Anwachspyramide s	65 — 67°	52°
Anwachspyramide m	62 — 63°	56°
Phonolithoider Tephrit Tetschen (Graber[6]):		
Anwachspyramide s	68 — 70°	50°
Anwachspyramide m	57 — 63°	53°

[1]) Dieses Verhalten entspricht der zuerst von Tschermak für die Bronzit- und Diopsidreihe aufgestellten Regel, wonach mit dem Eisengehalt der positive Axenwinkel und bei den monoklinen Diopsiden die Auslöschungsschiefe zunimmt. Min. Mitth. 1871, pag. 17.

[2]) Rosenbusch, Physiographie, 3. Aufl., I, 517.

[3]) Sigmund, diese Mitth. XV, 372.

[4]) Sigmund, diese Mitth. XVI, 353.

[5]) Blumrich, diese Mitth. XIII, 244.

[6]) Graber, diese Mitth. XV, 295.

Digitized by Google

Bezeichnend und unterscheidend gegenüber den Augiten der Basalte und Tephrite ist auch der Mangel einer deutlichen und gesetzmässigen Zonenstructur. Nur selten findet man einzelne Schichten, welche in der Färbung oder in der Orientirung der Auslöschungsrichtung von der Hauptmasse um eine Nuance abweichen. Selten bildet eine etwas lichtere Zone den äussersten Rand der Durchschnitte; öfter erscheint eine solche etwas innerhalb der äussersten Rinde.

Dieselben Eigenthümlichkeiten kann man an den Augiten aller typischen Pyroxen-Andesite beobachten. Sehr schön zeigen sie die Santorin-Laven, Andesite des Hargittagebirges, vieler ungarischer Andesitfundorte.

Legt man der Deutung der optischen Eigenschaften die Untersuchungen von Doelter[1]) zugrunde, so ergibt sich für die chemische Zusammensetzung der vorliegenden Augite ein Gehalt von 25 bis 30 Molecularprocent der eisenhaltigen Verbindungen.

An Einschlüssen sind die Augitkrystalle ziemlich arm. Oefter enthalten sie kleine Körnchen von Anorthit, besonders in den äusseren Partien. Glaseinschlüsse bieten nichts Besonderes. Eine bemerkenswerte Eigenthümlichkeit der Augiteinsprenglinge liegt in der Zusammensetzung aus mehreren nicht streng parallel orientirten Partien, demzufolge die verschiedenen unregelmässig gegeneinander abgegrenzten Felder nicht genau gleichzeitig auslöschen. Jedoch sind die Abweichungen vom Parallelismus sehr gering und erreichen nicht einmal einen Grad. Erwähnenswert erscheint mir diese Beobachtung nur, weil bei den rhombischen Pyroxenen derselben Gesteine auch nicht die Spur eines solchen Zerfalls zu bemerken ist.

III. Hypersthen.

Die Hypersthenkrystalle der Alboran-Gesteine sind kurzsäulenförmig bei grösseren Dimensionen, wie sie in der grobporphyrischen Varietät (Nr. 27, 28) vorkommen, wo sie dem monoklinen Augit wenig an Grösse nachstehen. In den dunklen glasreichen Gesteinen (8, 9, 19, 25) sind sie schlanker und kleiner. Sie sind im allgemeinen etwas seltener als die monoklinen Augite, höchstens ihnen an Zahl gleich. Die Formen sind die gewöhnlichen: In der Verticalzone herrschen die Pinakoide. Schnitte nach (100) (Tschermak'sche

[1]) Neues Jahrbuch f. Min. etc. 1885, I, 43.

Digitized by Google

Aufstellung) werden oben durch ein steiles Dach mit Winkeln von circa 120° geschlossen. Schnitte nach (010) haben ein flaches Dach von circa 150° am Scheitel. Zwillingsbildungen, bei welchen die (100) in eine Ebene fallen und die Verticalaxen circa 60° einschliessen, wurden ab und zu beobachtet.

In Querschnitten ist die Spaltbarkeit nach (110) fast ebenso vollkommen entwickelt wie beim Augit.

Als Einschlüsse treten auf: Glaseier, bisweilen auch Kryställchen von Anorthit, letztere immer nur in den äusseren Schichten.

Der Hypersthen bekundet eine grosse Neigung, mit Augit zu knäuelförmigen Aggregaten zu verwachsen.

Auch gesetzmässige Verwachsungen von Hypersthen und Augit kommen vor; dann bildet Hypersthen den Kern, der an einer scharfen, aber unregelmässig zackigen Grenze gegen monoklinen Augit von der Art der Einsprenglingsaugite absetzt. Diese Augithülle ist immer stark verzwillingt nach (100) und in der Weise gesetzmässig orientirt, dass die (100) Flächen und die Verticalaxen beider Minerale zusammenfallen.

Abgesehen von dieser schon oft beschriebenen Erscheinung zeigen die Hypersthene noch eine andere Art der Verwachsung mit monoklinem Augit, welche, soweit mir bekannt ist, noch nicht beschrieben wurde. Sie ist am deutlichsten sichtbar in Schnitten parallel (010), senkrecht zur ersten Mittellinie des Hypersthen. Bringt man einen solchen Schnitt in Auslöschungsstellung, so bleibt insbesondere an den Längsseiten ein schmaler, gegen den Hypersthen geradlinig absetzender, gegen die Grundmasse etwas unregelmässig zackig begrenzter Saum hell, der erst nach Drehung des Durchschnittes um beiläufig 45° dunkel wird. Dieser Saum besteht aus monoklinem Augit, der mit den Augitmikrolithen der Grundmasse gleiche Farbe, Licht- und Doppelbrechung hat. Der Hypersthen ist also in den letzten Stadien der Gesteinsverfestigung als monokliner Augit orientirt weitergewachsen. Mit dieser Beobachtung steht im Einklang, dass in der Grundmasse Hypersthenmikrolithen nicht nachweisbar waren.

In allen untersuchten Stücken erweist der rhombische Pyroxen negativen Charakter der Doppelbrechung, gehört also zum Hypersthen. Die Grösse des Axenwinkels wurde in mehreren Fällen ermittelt. Die folgende Tabelle gibt über die gefundenen Werte Aufschluss:

Digitized by Google

Tabelle der Beobachtungen am Hypersthen.

Fundort und Nummer des Handstückes	$2Va$	$\gamma - a$	Gehalt an $FeSiO_3$	$c\gamma$ von Augit	Bemerkung
Isla de la Nube 3 . .	67°	—	42%	42°	$2V$ wahrscheinlich zu gross, da Mittellinie a stark excentrisch.
Isla de la Nube 4 . .	54°	—	52%	43°	Zuverlässige Messung. Analyse I.
Alboran 8	65°	0·012	44%	41°	$2V$ ziemlich sicher.
Alboran 9	65°	—	44%	42°	Zuverlässig.
Alboran 19	64°	—	45%	—	Messung ungenau. Analyse II.
Alboran 25	62°	—	47%	42°	Gute Messung. Analyse III.
Alboran 27	73°	—	35%	41°	Messung ziemlich verlässlich.
Alboran 28	—	0·0118	—	40°	—

In der Tabelle tritt eine Beziehung zwischen der Grösse des Winkels $2Va$ im Hypersthen und der Auslöschungsschiefe im Augit hervor; zum kleinsten Werte $2Va$ gehört die grösste Zahl $c\gamma$. Es ist hieraus zu schliessen, dass mit der Zunahme des Eisengehaltes im Hypersthen auch der Eisengehalt des monoklinen Augites wächst.

Aus den Werten $2Va$ lässt sich unter Zuhilfenahme einer Tabelle, welche kürzlich Herr Dr. J. Mrha im mineralogischen Institut der deutschen Universität in Prag ausgearbeitet hat, und welche den Zusammenhang des Axenwinkels der rhombischen Pyroxene mit dem Gehalt an $FeSiO_3$ zur Darstellung bringt, ein Schluss ziehen auf die chemische Mischung der vorliegenden Hypersthene. Die dieser Tabelle entnommenen Zusammensetzungen sind in der Columne $FeSiO_3$-Gehalt in Molecularprocenten aufgeführt. Als bemerkenswert ist hervorzuheben, dass im rhombischen Pyroxen ein grösserer Gehalt an der Eisenverbindung vorhanden zu sein scheint als im monoklinen Augit. Dies steht in Einklang mit den Analysen von Hypersthen und Augit aus den Santorinlaven, welche Fouqué[1]) publicirt hat.

[1]) Santorin et ses Eruptions. Paris 1879, pag. 195 ff.

Digitized by Google

Bisweilen zeigen die Hypersthenkrystalle schwach angedeutet eine isomorphe Schichtung. Aus der Abnahme des Winkels $2V\alpha$ in der Rinde ist auf Anreicherung der Hypersthensubstanz in derselben zu schliessen. In einem Falle (Isla de la Nube 5), wo die Erscheinung besonders deutlich und die äussere Zone ziemlich breit war, konnte eine Verschiebung der optischen Axe um circa $6^1/_2{}^0$ beim Uebergang vom Kern zur Rinde beobachtet werden, das entspricht einer Verkleinerung von $2V\alpha$ um 13° oder einer Zunahme des $FeSiO_3$-Gehaltes um beiläufig 10 Molecularprocente. Dabei sind Kern und Hülle nicht scharf abgegrenzt, sondern gehen allmählich ineinander über. In anderen Fällen ist die Aussenzone schmäler, z. B. in dem auf Fig. 1 der Taf. XIV dargestellten Durchschnitt nach (100), wo die höhere Doppelbrechung im Saum die Zunahme des Silicates $FeSiO_3$ verräth. Die hier besprochene Erscheinung folgt der in der Arbeit über Zonenstructur der Einsprenglinge in Erstarrungsgesteinen[1]) aufgestellten Regel.

Der Pleochroismus der Hypersthenkrystalle ist bei der Dünnheit der vorliegenden Schliffe (0·02 bis 0·03 Millimeter) nicht sehr auffällig, folgt aber der gewöhnlichen Norm: γ = grün, β = gelblich, α = röthlich. Die Absorptionsunterschiede sind gering.

Unter allen Gemengtheilen neigt der Hypersthen am meisten zu secundären Veränderungen.

Einsprenglingsartig hervortretende Körner von Magneteisenerz treten nur selten auf. In der analysirten Probe Nr. 19 (Analyse II) erreichen sie eine relativ grosse Zahl und etwas erheblichere Dimensionen. Dass in der That Magnetit vorliegt, lehren die oktaedrischen Formen und die bräunlichen Verwitterungsproducte in den zersetzten Gesteinspartien. Seine Hauptverbreitung hat aber der Magnetit in der Grundmasse.

Nach anderen accessorischen Mineralen, selbst nach Apatit wurde in den vorliegenden Proben vergeblich geforscht.

B. Grundmasse.

Die Grundmasse zeigt in den vorliegenden Gesteinsproben eine grössere Mannigfaltigkeit als die Einsprenglinge.

In vielen Fällen hat sie die typische hyalopilitische Structur der

[1]) Diese Mittheilungen, XVII, pag. 97, 1897.

Digitized by Google

Andesite mit reichlichen Mikrolithen von Plagioklas, Augit und Erzkörnchen in einer bräunlich gefärbten, globulitisch gekörnelten Basis.

Eine recht eigenthümliche Ausbildungsweise der Basis ist in Fig. 3, Taf. XIV zur Darstellung gebracht. Angedeutet ist sie sehr häufig, am schönsten ist sie in dem schwarzen pechglänzenden Gestein Nr. 19 entwickelt. Bei schwacher Vergrösserung erscheint die Basis gefleckt; rundliche, durchsichtige Flecken von 0·1—0·2 Millimeter Durchmesser liegen in der durch globulitische Körnelung bräunlich getrübten Masse. Bei gekreuzten Nicols ist von der Erscheinung nichts wahrzunehmen, die Mikrolithen von Augit und Plagioklas liegen in gleicher Weise sowohl in den hellen Flecken als in der bräunlichen Hauptmasse. Die Erscheinung ist nur durch die Beschaffenheit der Basis zwischen den Mikrolithen bedingt. In den Flecken ist die Basis farblos, durchsichtig und in ihr liegen einzelne Oktaëderchen von Magnetit, die bis 0·02 Millimeter erreichen. Gegen die Ränder der hellen Flecken werden die Erzkörnchen kleiner und erscheinen skeletartig zerschlitzt. Sie nehmen immer kleinere Dimensionen an, bis sie schliesslich ununterscheidbar werden von den winzigen dunklen Globuliten, welche der Hauptmasse der Basis ihre bräunliche Farbe verleihen. Die hellen Flecken verdanken also ihre Durchsichtigkeit der Ausscheidung des Eisengehaltes in grösseren Magnetitkryställchen, der in der braunen Basis auf dem Globulitenstadium stehen geblieben ist. Die Ausbildung der fleckigen Beschaffenheit der Grundmasse hat erst nach Ausscheidung der Mikrolithen, aber noch vor der völligen Erstarrung des Gesteins stattgefunden. Aehnliche Erscheinungen scheint auch Osann[1]) an Gesteinen vom Cabo de Gata beobachtet zu haben. Vielleicht ist auch manches von dem, was Küch[2]) von columbianischen Andesiten als Pipernostructur erwähnt, mit der hier beschriebenen Erscheinung zu vergleichen. Völlig gleich ist die Ausbildung der Grundmasse im glasreichen tephritischen Trachyt (Trachydolerit, Rosenbusch) von Columbretes.[3])

In manchen Proben, namentlich in den grobporphyrischen, wird auch die Grundmasse gröber krystallinisch, die Mikrolithen von

[1]) Beiträge zur Kenntnis der Eruptivgesteine des Cabo de Gata. Zeitschr. d. Deutschen geol. Gesellsch., 1889, LXI, pag. 297.

[2]) Geol. Studien in der Republik Columbia v. Reiss-Stübel. I. Petrographie: 1. Die vulcanischen Gesteine, Berlin 1892.

[3]) Diese Mittheilungen, XVI, pag. 176, 1896.

Digitized by Google

Plagioklas und Augit verlieren ihre geschlossene Form, indem sie aneinanderstossen und sich gegenseitig in ihrer Formausbildung hindern. Die Menge der Basis nimmt dann ab; sie erscheint, wenn sie nicht verändert ist, als farblose Intersertalbasis zwischen den Feldspathmikrolithen. In so struirten Grundmassen konnte in mehreren Stücken, namentlich deutlich in der augitarmen Varietät Nr. 18 Quarz in der Grundmasse nachgewiesen werden, welcher ganz wie ein Granitquarz im kleinen wohl ausgebildete Feldspathleisten umschliesst und oft auf ziemliche Strecken alle Lücken zwischen den Grundmassefeldspathen mit einheitlichen Individuen poikilitisch ausfüllt.

Dass die Basis einen Ueberschuss an SiO_2 enthält, der bei der Krystallisation der Grundmasse Quarz zu liefern vermag, lehrt die chemische Untersuchung. In den vorliegenden Stücken spricht aber für eine secundäre Bildung der Umstand, dass in den gröber krystallinischen quarzhaltigen Proben die Basis nicht mehr ganz unversehrt ist, sondern auch grünliche kryptokrystallinische Neubildungsproducte geliefert hat, welche neben dem Quarz auftreten. Die Quarznatur der so angesprochenen Körner ergab sich auf optischem Wege durch Nachweis der Einaxigkeit, des positiven Charakters der Doppelbrechung und der dem Canadabalsam ungefähr gleichen Lichtbrechung. Auch in den am meisten krystallin entwickelten Grundmassen konnte kein krystallinischer Alkalifeldspath erkannt werden.

Die mikrolithischen Bestandtheile der Grundmasse sind:

Monokliner Augit mit einer Auslöschungsschiefe $c\gamma < 45°$, welcher sich, wie es scheint, von dem Einsprenglingsaugit nicht wesentlich unterscheidet. Die Augitsäulchen der Grundmasse sind meist nicht sehr scharf begrenzt und gewöhnlich einfach. In einem Stück mit ziemlich grobkrystalliner Grundmasse waren alle Augitmikrolithen Zwillinge nach (100). Niemals wurde Hypersthen angetroffen.

Plagioklasmikrolithen sind meist gestreckt in der Zone [100], von verschiedener Grösse, doch von den Einsprenglingen scharf geschieden. Symmetrische Durchschnitte durch Zwillinge zeigten Auslöschungsschiefen, welche 30° zu beiden Seiten der Zwillingsnaht häufig erreichten. Zur weiteren Bestimmung verwendete ich die Querschnitte, welche eine bequeme Methode der Bestimmung zugelassen. (Vergl. die Notiz am Schluss des Heftes.)

Digitized by Google

Die α' entsprechende Auslöschungsrichtung bildet in Querschnitten der Mikrolithen Winkel mit der Trace von (010), welche fast nie unter den für Labrador geltenden Winkel hinab gehen, vielmehr wird oft der für Ab_2An_3 charakteristische Wert erreicht, worüber folgende Tabelle Auskunft gibt:

Fundort und Nummer des Stückes	Auslöschungsschiefe α' in Schnitten $\perp$ (001) und (010) gegen Mittel (010)	Mittel	Formel der Plagioklase
Isla de la Nube Nr. 4	21, 28, 33, 34, 35, 35, 35, 39	33°	$Ab_{46}An_{54}$
Alboran Nr. 8 . . .	34, 35, 35, 38, 40	36°	$Ab_{42}An_{58}$
Alboran Nr. 18 . . .	25, 29, 32·5, 35, 35	32°	$Ab_{47}An_{53}$
Alboran Nr. 19 . . .	27·5, 31, 31, 32, 35, 36, 39	33°	$Ab_{46}An_{54}$
Alboran Nr. 25 . . .	33, 34, 35, 37, 37·5	35°	$Ab_{43}An_{57}$
Alboran Nr. 27 . . .	25, 26	26°	$Ab_{53}An_{47}$
Alboran Nr. 28 . . .	26·5, 28, 34, 37	31°	$Ab_{48}An_{52}$

Umwandlungen.

Viele der untersuchten Proben lassen Spuren ziemlich weitgehender Umwandlungen erkennen, welche insbesondere die Hypersthenkrystalle und die Basis betreffen.

Am Hypersthen bilden sich zuerst Adern eines grünen, faserigen Minerales aus, die dem Bastit zuzurechnen sind. Die Fasern sind merklich doppelbrechend, löschen gerade aus, der Faserrichtung entspricht γ, Pleochroismus (γ grün, α gelblich) ist merklich. Bisweilen zeigt das grüne Mineral undeutliche Aggregatpolarisation. Die grünen Adern entwickeln sich von den unregelmässigen Quersprüngen der Hypersthenkrystalle aus. Die Fasern stehen senkrecht auf den Wandflächen, und wenn die Sprünge hin und her gekrümmt sind, gibt dies zu schönen Erscheinungen von wandernden Schatten bei Drehen der Präparate zwischen gekreuzten Nicols Anlass.

Weiterhin tritt Opal als Verdrängungsmaterial auf; durch seine niedrige Lichtbrechung und Isotropie ist er leicht kenntlich. Er besteht häufig aus kleinen Kügelchen. Der Opal liegt in den angegriffenen Hypersthenen ausserhalb der grünen Adern, breite Felder zu beiden Seiten derselben erfüllend; dabei löst sich der Hypersthen in einzelne Reste auf, an denen die spitzen Enden in der Richtung der Verticalaxe auffallen, welche schon Küch unter ähnlichen Verhältnissen beobachtet und beschrieben hat.

Digitized by Google

Von dieser Umwandlung und Verdrängung bleibt die Rinde von monoklinem Augit verschont, welche jeden Hypersthenkrystall einhüllt, und die noch an den vollendeten Pseudomorphosen als ein körneliger und etwas trüber Saum von hoher Licht- und Doppelbrechung erhalten bleibt. (Vergl. Fig. 2, Taf. XIV.)

Manche Stücke zeigen in der Grundmasse reichliche Bildung von undurchsichtigen Flocken von Hämatit; diese Veränderung bedingt eine auffallende Rothfärbung. Manchmal ist sie begleitet von Imprägnation mit Opal und Chalcedon, wobei die Stücke ein an ziegelrothen Jaspis erinnerndes Aussehen gewinnen. Bei diesen Umwandlungen bleibt der Augit und der Anorthit ziemlich unversehrt.

Tuff.

Viele Stücke repräsentiren ausgezeichnete Lapillituffe. Erbsen- bis faustgrosse Lapilli sind durch ein gelblichgraues, lockeres Cement verbunden. Die Lapilli erscheinen grau bis schwarzgrau, sind sehr glasreich, bisweilen bimssteinartig schaumig. Manche sind ganz erfüllt von dunklen Erzausscheidungen, schwarz und undurchsichtig.

Das Cement besteht zum grossen Theil aus Opal, welcher durch die schwache Lichtbrechung und die Isotropie leicht erkannt wird. Seltener findet man ein farbloses Cement von verworrener Aggregatpolarisation, muthmasslich Chalcedon.

Calcit ist im Cement gleichfalls häufig zu finden. Opal verdrängt auch häufig die in den Lapilli eingeschlossenen, zum Theil auch freiliegenden Krystalle und Fragmente von Anorthit und Augit; Hypersthen ist seltener zu sehen; er ist wohl meist der Umwandlung zum Opfer gefallen.

Bemerkenswert ist das Fehlen von Zeolithen.

Chemische Zusammensetzung.

Die chemische Zusammensetzung der Gesteine von Alboran wird durch folgende Analysen illustrirt, welche von Dr. Hermann Graber am k. k. naturhistorischen Hofmuseum in Wien ausgeführt wurden. Die untersuchten Proben wurden unter dem vorliegenden Material als die frischesten und am wenigsten veränderten ausgesucht. Zwei davon, Nr. 19 und Nr. 25, waren in dieser Beziehung tadellos; Nr. 4 von Isla de la Nube, ein etwas schlackig poröses

Digitized by Google

Stück, enthielt geringe Mengen eines weisslichen pulverigen Zersetzungsproductes in den Blasenräumen.

Leider war von den Stücken mit grobporphyrischer Structur und krystalliner Grundmasse (Nr. 17, 27, 28) und von den augitarmen, sehr feldspathreichen (Nr. 18) keines frisch genug, um eine chemische Analyse zu rechtfertigen.

	I.	II.	III.
SiO_2	53·13	54·26	55·01
Al_2O_3	15·61	15·93	15·69
Fe_2O_3	2·33	6·80	4·78
FeO	8·23	5·53	5·79
MnO	—	0·27	—
MgO	5·80	3·35	6·20
CaO	11·75	11·32	11·21
Na_2O	1·86	1·94	1·19
K_2O	1·78	1·10	1·55
H_2O	0·73	0·99	0·65
	101·22	101·49	102·07
Specifisches Gewicht:	2·555 [1])	2·770	2·837

I. Isla de la Nube Nr. 4. Dunkelgraue, glasreiche Grundmasse mit 4—5 Millimeter grossen Pyroxen-Einsprenglingen und zahlreichen kleineren Anorthitkryställchen. Grundmasse arm an Magnetit. Anorthit $Ab_{16}An_{84}$; Augit $c\gamma = 43°$, $2V = 54-57°$; Hypersthen $2V\alpha = 54°$ (circa 52% $FeSiO_3$). Auslöschungsschiefe der Plagioklasmikrolithen der Grundmasse im Querschnitt 33° entsprechend $Ab_{46}An_{54}$.

II. Alboran Nr. 19. Dunkelschwarzgraues, etwas pechglänzendes Bruchstück mit überwiegenden 2—3 Millimeter grossen Anorthit-Einsprenglingen ($Ab_{18}An_{82}$), wenig Pyroxenkrystallen (Hypersthen $2V\alpha = 64°$, 45% $FeSiO_3$ entsprechend), ziemlich viel Magnetit, welcher zum Theil in grösseren einsprenglingsähnlichen Krystallen, zum Theil in Form kleiner Octaëderchen in der Grundmasse auftritt. Diese ist hyalopilitisch und lässt die fleckige Beschaffenheit gut erkennen. Auslöschungsschiefe der Plagioklasmikrolithen im Querschnitt + 33° entsprechend $Ab_{46}An_{54}$.

[1]) Wegen poröser Beschaffenheit der Glasgrundmasse dürfte diese Zahl zu niedrig sein.

Digitized by Google

III. Alboran Nr. 25. Aehnliches compactes Stück. Viele kleine Einsprenglinge von Anorthit ($Ab_{14}An_{86}$), Augit ($c\gamma = 42°$, $2V = 52°$), Hypersthen ($2V\alpha = 62°$ entsprechend 47% $FeSiO_3$) reichlicher als in 19, aber immer noch an Menge gegen Anorthit zurückstehend. Grundmasse ähnlich wie bei Nr. 19, die fleckige Beschaffenheit nicht so ausgeprägt. Auslöschungsschiefe der Plagioklasmikrolithen im Querschnitte + 35° entsprechend $Ab_{43}An_{57}$.

Bei der verhältnismässig einfachen mineralogischen Zusammensetzung der vorliegenden Gesteine kann der Versuch gemacht werden, die Analysen in der Weise zu berechnen, dass die vorhandenen Stoffe auf die Gemengtheile vertheilt werden, wobei auf die Ergebnisse der mikroskopisch-optischen Untersuchung nach Thunlichkeit Rücksicht genommen wird.

Bei der Berechnung werden folgende Annahmen zugrunde gelegt:

1. Die Alkalien sind mit Aluminium und Silicium in feldspathähnlicher Verbindung vorhanden als $NaAlSi_3O_8$ und $KAlSi_3O_8$.

2. Der hienach verbleibende Rest von Aluminium ist mit der entsprechenden Menge Calcium und Silicium als Anorthit gebunden $CaAl_2Si_2O_8$.

3. Es wird angenommen, dass die Kerne der Einsprenglinge etwa dreimal so viel an Substanz ausmachen als die Hüllen der Einsprenglinge und die Plagioklasmikrolithen der Grundmasse. Da die Zusammensetzung der Einsprenglinge und der Mikrolithen optisch ermittelt wurde, lässt sich die mittlere Zusammensetzung des Plagioklas schätzen. Sie liegt zwischen Ab_1An_3 und Ab_1An_4. Rechnet man den Albitgehalt im Plagioklas, so bleibt eine gewisse Menge $NaAlSi_3O_8$ für die Basis übrig.

4. Der Rest des Ca nach Abrechnung des Anorthit ist im Augit gebunden. Die Formel des letzteren wird $CaRSi_2O_6$ angenommen, wobei $R = Fe + Mg$ in noch zu bestimmendem Verhältnis.

5. Das Eisenoxyd wird als Bestandtheil des Magnetit in Rechnung gesetzt; nach der Formel $Fe_2O_3 . FeO$ erfordern je zwei Atome Fe''' ein Atom Fe'' zur Magnetitbildung.

Der Rest von Fe'' und Mg steckt theils im Hypersthen, theils im Augit. Aus 4 ist bekannt, wie viel $Fe + Mg$ im Augit gebunden ist; daher ist auch die Summe $Fe + Mg$ im Hypersthen bekannt. Aus der optischen Untersuchung kennt man aber das Verhältnis

Digitized by Google

$FeSiO_3 : MgSiO_3$ im Hypersthen; es lassen sich daher die Mengen dieser Verbindungen im Hypersthen rechnen; der Rest, dessen Summe dem *Ca*-Gehalt des Augit äquivalent ist, gibt dann die Menge der *Mg*- und *Fe*-Verbindung im Augit.

6. Subtrahirt man den auf Plagioklas, Pyroxen und Alkaligehalt verrechneten Siliciumgehalt von der Gesammtzahl des Silicium, so erhält man den *Si*-Ueberschuss, welcher sammt dem Rest der Alkalifeldspathsubstanz die Basis zusammensetzt.

Der Wassergehalt der Analyse wurde nicht berücksichtigt.

Bei der Rechnung werden die Metallatomzahlen verwendet, welche man erhält, wenn die mit 100 multiplicirten Procentzahlen durch die Moleculargewichte der Oxyde dividirt und die Quotienten mit der Zahl multiplicirt werden, welche angibt, wie viele Atome Metall im Oxyd vorhanden sind.

Metallatomzahlen in I.

	Plagioklas	Hypersthen	Augit	Magnetit	Basis	Summe	Gefunden
Si	31·15	13·75	21·18	—	21·86	87·94	87·94
Al	24·25	—	—	—	6·31	30·56	30·55
Fe''' . . .	—	—	—	2·92	—	2·92	2·92
Fe'' . . .	—	7·00	2·97	1·46	—	11·43	11·43
Mg . . .	—	6·75	7·62	—	—	14·37	14·37
Ca	10·40	—	10·59	—	—	20·99	20·99
Na . . .	3·45	—	—	—	2·54	5·99	5·99
K	—	—	—	—	3·77	3·77	3·77

Gewichtsprocente:

SiO_2 . . .	18·81	8·31	12·79	—	13·20	53·11	53·13
Al_2O_3 . .	12·39	—	—	—	3·22	15·61	15·61
Fe_2O_3 . .	—	—	—	2·34	—	2·34	2·33
FeO . . .	—	5·04	2·14	1·05	—	8·23	8·23
MgO . .	—	2·73	3·08	—	—	5·81	5·80
CaO . . .	5·82	—	5·93	—	—	11·75	11·75
Na_2O . .	1·07	—	—	—	0·79	1·86	1·86
K_2O . . .	—	—	—	—	1·77	1·77	1·78
H_2O . . .	—	—	—	—	—	—	0·73
	38·09	16·08	23·94	3·39	18·98	100·48	101·22

Digitized by Google

Hienach besteht das Gestein aus:

Plagioklas	38 Procent
Hypersthen	16 „
Augit	24 „
Magnetit	3½ „
Basis	18½ „
	100

Die Basis enthält einen Ueberschuss von freier Kieselsäure, der circa 1½ Procent ausmacht.

Metallatomzahlen in II.

	Plagioklas	Hypersthen	Augit	Magnetit	Basis	Summe	Gefunden
Si	33·91	4·33	17·82	—	33·77	89·83	89·83
Al	26·37	—	—	—	4·81	31·18	31·18
Fe‴	—	—	—	7·74	—	7·74	8·50
Fe″ + *Mn*	—	1·98	2·97	3·87	—	8·82	8·06
Mg	—	2·35	5·94	—	—	8·29	8·29
Ca	11·30	—	8·91	—	—	20·21	20·21
Na	3·77	—	—	—	2·48	6·25	6·25
K	—	—	—	—	2·33	2·33	2·33

Gewichtsprocente:

SiO_2	20·48	2·62	10·76	—	20·39	54·25	54·25
Al_2O_3	13·48	—	—	—	2·46	15·94	15·93
Fe_2O_3	—	—	—	6·19	—	6·19	6·80
$FeO + MnO$	—	1·43	2·14	2·79	—	6·36	5·80
MgO	—	0·95	2·40	—	—	3·35	3·35
CaO	6·33	—	4·99	—	—	11·32	11·32
Na_2O	1·17	—	—	—	0·76	1·93	1·94
K_2O	—	—	—	—	1·09	1·09	1·10
H_2O	—	—	—	—	—	—	0·99
	41·46	5·00	20·29	8·98	24·70	100·43	101·49

Das Gestein würde sonach bestehen aus:

Plagioklas	41½ Procent
Hypersthen	5 „
Augit	20 „
Magnetit	9 „
Basis	24½ „
	100

Digitized by Google

Die Basis enthält hier einen beträchtlichen Ueberschuss an freier Kieselsäure, der circa $11^1/_2$ Procent ausmacht.

Die Rechnung ist hier nur unter der Voraussetzung möglich, dass der Fe_2O_3-Gehalt bei der Analyse etwas zu gross gefunden wurde.

Metallatomzahlen in III.

	Plagioklas	Hypersthen	Augit	Magnetit	Basis	Summe	Gefunden
Si	32·40	17·45	16·48	—	24·75	91·08	91·08
Al	26·52	—	—	—	4·18	30·70	30·70
Fe'''	—	—	—	2·46	—	2·46	5·98
Fe''	—	8·27	2·06	1·23	—	11·56	8·03
Mg	—	9·18	6·18	—	—	15·36	15·36
Ca	11·79	—	8·24	—	—	20·03	20·03
Na	2·94	—	—	—	0·89	3·83	3·83
K	—	—	—	—	3·29	3·29	3·29

Gewichtsprocente:

SiO_2	19·57	10·45	9·95	—	15·04	55·01	55·01
Al_2O_3	13·55	—	—	—	2·13	15·68	15·69
Fe_2O_3	—	—	—	1·97	—	1·97	4·78
FeO	—	5·95	1·48	0·88	—	8·31	5·79
MgO	—	3·71	2·49	—	—	6·20	6·20
CaO	6·60	—	4·61	—	—	11·21	11·21
Na_2O	0·91	—	—	—	0·27	1·18	1·19
K_2O	—	—	—	—	1·54	1·54	1·55
H_2O	—	—	—	—	—	—	0·65
	40·63	20·11	18·53	2·85	18·98	101·10	102·07

Das Gestein würde sonach bestehen aus:

Plagioklas	$40^1/_2$ Procent
Hypersthen	20 „
Augit	$18^1/_2$ „
Magnetit	3 „
Basis	$18^1/_2$ „
	100

Die Basis würde hier aus Alkalifeldspathsubstanz mit circa 10 Procent freier Kieselsäure bestehen.

Wie man sieht, ist auch hier die Berechnung unter den gemachten Voraussetzungen nur möglich, wenn man einen geringeren

Digitized by Google

Gehalt an Fe_2O_3 und einen grösseren Gehalt an FeO annimmt, als die Analyse ergibt. Dies entspricht wahrscheinlich nicht genau der Wahrheit. Vielmehr dürfte ein Theil des Eisens im Hypersthen und Augit als Oxyd vorhanden sein. Leider fehlt aber die Möglichkeit, für diesen Gehalt eine plausible Annahme zu machen.

Im grossen und ganzen steht aber das Resultat der Berechnung in ziemlich befriedigender Uebereinstimmung mit den im Dünnschliff sichtbaren Mengenverhältnissen; namentlich mit dem stärkeren Hervortreten des Magnetits in II, der grösseren Pyroxenmenge in I und III.

Die chemische Zusammensetzung der Hypersthen-Andesite von Alboran ist eine eigenartige und extreme. Es sind noch nicht viele Hypersthen-Andesite von ähnlicher Zusammensetzung untersucht worden, jedenfalls wurde die extreme Stellung dieser Gesteine bisher noch nicht gebührend hervorgehoben.

Man kann sich von dieser Stellung der Alborangesteine in der Reihe der Hypersthen-Andesite eine gute Anschauung verschaffen, wenn man die Analysen in der Weise graphisch darstellt, wie dies in der Arbeit über die Gesteine der Insel Columbretes [1]) vorgeschlagen wurde. Zuvor seien die auf 100 umgerechneten Metallatomzahlen der 3 Analysen aufgeführt:

	I.	II.	III.
Si	49·4	51·4	51·1
Al	17·2	17·8	17·2
Fe	8·0	9·5	7·9
Mg	8·1	4·7	8·6
Ca	11·8	11·6	11·2
Na	3·4	3·6	2·2
K	2·1	1·3	1·9

In der beistehenden Fig. 3 sind die Analysenörter im Alkalidreieck eingetragen und mit I, II, III bezeichnet. Mit den Nummern 1 bis 13 sind die Analysenörter von verschiedenen typischen Hypersthen-Andesiten bezeichnet, welche so ziemlich die ganze Variationsbreite dieses mineralogisch so einfachen Gesteinstypus zur Anschauung bringen dürften. Die dargestellten Analysen sind:

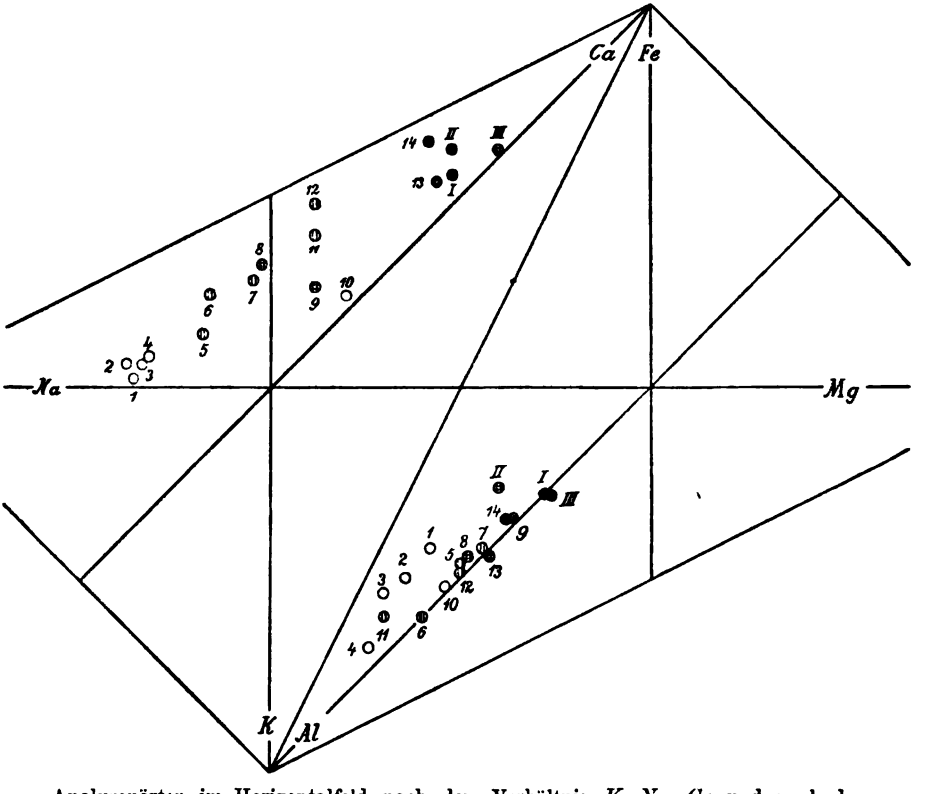
[1]) Diese Mitth. XVI, 315.

Digitized by Google

1. Hypersthen-Andesit, Georgios I, Santorin, Eruption 1866, dicht. K. v. Hauer, Verhdl. Geol. Reichsanst. 1866, 68.

2. Hypersthen-Andesit, Maionisi, Santorin, Eruption 1866, pechsteinartig, vitrophyrisch. K. v. Hauer, ebenda, 191.

Fig. 3.



Analysenörter im Horizontalfeld nach dem Verhältnis $K : Na : Ca$ und nach dem Verhältnis $Mg : Fe : Al$. I—III Hypersthenandesit von Alboran. 1—13 verschiedene Hypersthen-Andesite. 14 Olivinführender Augitandesit von Santorin. Die Schattirung der Kreise entspricht dem Sinken des *Si*-Gehalts.

3. Hypersthen-Andesit, Obsidian, schlackig, Thera Santorin, ältere Eruption. K. v. Hauer, ebenda, 79.

4. Hypersthen-Andesit, Bimsstein, Krakatau, Eruption 1893.

5. Pyroxen-Andesit, Vulcan von Pasto, unterster Theil der Lava von 1869. Küch, Columbia, XIII, pag. 141.

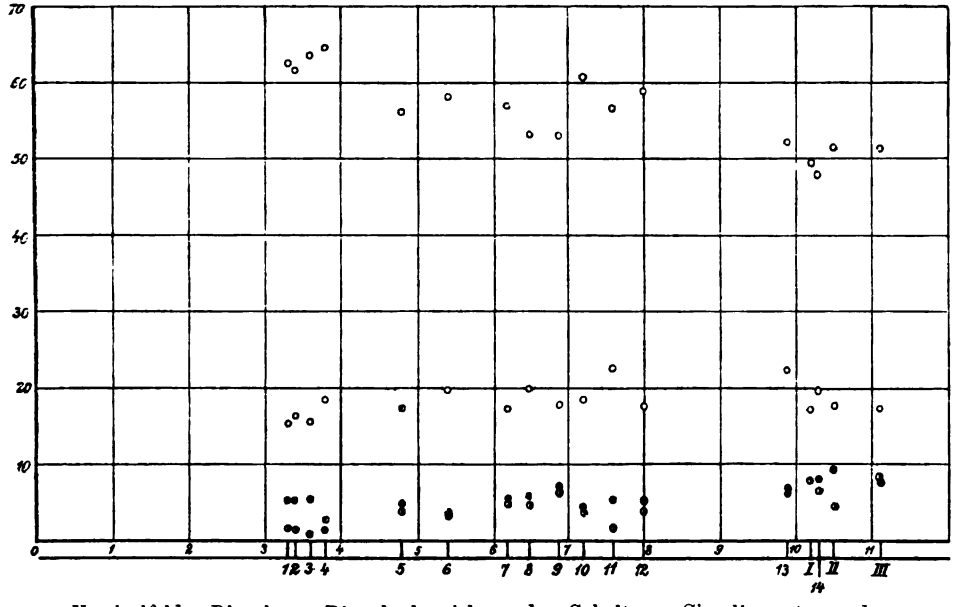
Digitized by Google

6. Hypersthen-Andesit, Mount Shasta, Californien. A. Hague und J. P. Iddings, Americ. Journal of Science, XXVI, 1883, 222. Berechnung von Rosenbusch, diese Mitth. XI.

7. Pyroxen-Andesit, Azufral de Túquerres, Block von Quebrada de Molino. Küch, Columbia, 151.

8. Pyroxen-Andesit, NW. Fuss des Purgatorio, Vulcan von Pasto. Küch, Columbia, pag. 139.

Fig. 4.



Verticalfeld. Die oberen Ringeln bezeichnen den Gehalt an *Si*, die unteren den Gehalt an *Al*, die schwarzweissen Punkte *Mg*, die schwarzen *Fe*. Bedeutung der Nummern wie in Fig. 3. 1—4 sind Santorinite (*Na*-reiche Hypersthen-Andesite), 5—12 normale, 13 und I—III *Na*-arme Hypersthenandesite (Alboranite). 14 Olivinführender Augitandesit.

9. Hypersthen-Andesit, Buffalo-Peak, South Park, Colorado. Ch. W. Cross, Americ. Journal of Science, XXV, 1883, 142. (Hillebrand anal.)

10. Hypersthen-Andesit, Vulcan Singalang, Sumatra. Merian, Neues Jahrb. f. Min., III. Beil.-Bd., 1885, 302. (Sillib anal.)

11. Hypersthen-Andesit, Pilis, Szigethhegység, Zempliner Comitat, anal. Petrik, J. Szadeczky, Földtani Közlöny, 1891, XXI, 265.

Digitized by Google

12. Hypersthen-Andesit, St. Egidi, Niedzwiedzki, Mineral. Mitth. 1872, pag. 255. (Bronzit-Andesit.)

13. Hypersthen-Andesit, Pilis, anal. Petrik. J. Szadeczky l. c.

Der Darstellung des Verhältnisses *Ca : Na : K* ist eine zweite angefügt, welche in gleicher Weise das Verhältnis *Al : Mg : Fe* zur Anschauung bringt. Man bemerkt, dass im grossen und ganzen die Verschiebung der Analysenörter in beiden Dreiecken in ähnlicher Weise und im selben Sinne erfolgt. In dem Masse, als *Ca* im Verhältnis zu den Alkalien zunimmt, nimmt auch die Menge von *Fe + Mg* gegenüber *Al* zu. Dies gilt namentlich, wenn man Analysen derselben petrographischen Provinz mit einander vergleicht, während von einem Eruptivgebiet zum anderen starke Verschiebungen die Regel durchbrechen. Bemerkenswert ist namentlich der *Al*-Reichthum in den ungarischen Andesiten.

In Fig. 4 ist ferner das Verticalbild zur Darstellung gebracht. Man bemerkt namentlich das Abnehmen von *Si* mit steigender Abscisse, welche dem Verhältnis *Ca : (Ca + Na + K)* proportional ist.

Wie man sieht, stehen die Alborangesteine sowohl in Bezug auf das Verhältnis der Alkalien zum Kalk und das Verhältnis von Aluminium zu Eisen und Magnesium als in Bezug auf den *Si*-Gehalt an dem einen Endpol der Reihe der Hypersthen-Andesite, deren anderen Endpol die Santorin-Laven einnehmen. Damit hängen gewisse Züge der mikroskopischen Structur zusammen, an welchen man derartige Gesteine auch ohne chemische Analyse sollte erkennen können: Die sehr basische Natur der Plagioklas-Einsprenglinge, welche dem Anorthit nahe stehen, der Mangel ausgeprägter isomorpher Schichtung, die Schmalheit und relativ immer noch basische Zusammensetzung der Aussenzonen, die Natur der Grundmasse-Mikrolithen, welche einem basischen Labrador oder Bytownit entsprechen.

Trotz der grossen chemischen Unterschiede zwischen den Laven von Santorin und den Gesteinen von Alboran ist sowohl die generelle mineralogische Zusammensetzung als die typische Structur (ausgeprägt porphyrisch mit meist hyalopilitischer Grundmasse) durch die ganze Reihe die gleiche und alle Differenzen der chemischen Zusammensetzung werden durch die isomorphen Mischungen der Gemengtheile ausgeglichen.

Auch die SiO_2-ärmsten Varietäten haben noch einen Ueberschuss an freier Kieselsäure, über die zur Bildung von Feldspath,

Digitized by Google

Augit und Hypersthen erforderliche Menge. Es bedarf in der ganzen Reihe von den alkalireichen bis zu den alkaliärmsten Gliedern eines merklichen Abnehmens der *Si*-Menge, um die Entstehung von Olivin an Stelle von Hypersthen zu ermöglichen. Sehr klar wird dieses illustrirt durch Analyse 14, welche eine solche olivinführende Varietät von Santorin darstellt. Es gehören also auch die SiO_2-ärmsten Glieder der Hypersthen-Andesite noch immer zu den sauren, d. h. SiO_2 im Ueberschuss führenden Gesteinen. In der That gibt es unter den Ergussgesteinen keine Gruppe, welche bei gleichem *Ca*-Gehalt höhere *Si*-Zahlen aufweist. Unter den körnigen Gesteinen entsprechen ihnen Quarzdiabase und Quarzgabbros. Ein tieferes *Si*-Niveau würde entweder zu Tephriten oder zu Basalten führen.

Wollte man den zweifellos sehr weiten Spielraum, den die chemische Mischung der Hypersthen-Andesite durchläuft, durch Varietätennamen fixiren, so könnte man ausser der typischen Varietät von mittlerer Zusammensetzung eine natronreiche und eine natronarme Varietät unterscheiden und folgendermassen charakterisiren.

Hypersthen-Andesit.

Typische Varietät: Das Atomverhältnis *Na:Ca* ist annähernd $= 1$ (Grenzen 1:2 bis 2:1); der *Si*-Gehalt entspricht der Metallatomzahl 52—61; die Plagioklas-Einsprenglinge sind deutlich zonar gebaut, mit Bytownitkernen und Andesin- bis Oligoklashüllen; die Mikrolithen der Grundmasse sind Andesin oder Oligoklas.

Natronreiche Varietät: Santorinit: Das Atomverhältnis $Na:Ca > 2$, *Si*-Zahl > 61. Die Plagioklas-Einsprenglinge haben Labradorkerne, die äusseren Zonen gehen herab bis Oligoklas, die Grundmasse-Mikrolithen sind saurer Oligoklas. Die Menge der Pyroxen-Einsprenglinge ist gering.

Natronarme Varietät: Alboranit: Verhältnis $Na:Ca < 1/2$, $Si < 52$. Die Einsprenglinge sind Anorthit, wenig zonar geschichtet, die Grundmasse-Mikrolithen Labrador. Die Pyroxen-Einsprenglinge sind zahlreicher.

Nach dieser Auffassung sind auch die kalkreichsten „Alboranite" noch saure Gesteine mit einem *Si*-Ueberschuss, der zur Bildung von Quarz oder Tridymit oder Opal führen kann. Sie sind eine extreme Gruppe, und bilden nicht wie die Labradorite der Franzosen nach der Auffassung Rosenbusch's einen Uebergang zu basaltischen Gesteinen.

Digitized by Google

Vertreter dieser Gruppe sind noch nicht häufig analysirt worden; ein typischer Vertreter ist das citirte Gestein von Pilis in Ungarn (Nr. 13). Jedoch kann man aus den Beschreibungen entnehmen, dass Vertreter dieser Varietät in vielen echten Andesitgebieten auftreten.

Vom Standpunkte Rosenbusch's Kerntheorie würden die Alboranite eine Grenzgruppe der ψ-Magmen darstellen, welche sich von den übrigen ψ-Magmen durch Fehlen des Kernes R_2Si unterscheiden sollte. Allerdings stösst die Rechnung nach Rosenbusch auf die Schwierigkeit, dass der hypothetische Kern $CaAl_2Si_4$ so viel Si absorbirt, dass der Rest nicht hinreicht, um die RO-Basen nach der Formel RSi zu binden, sondern eine nicht unbeträchtliche Menge R_2Si sich herausrechnet, während doch das Fehlen des Olivins geradezu charakteristisch ist und im Gegentheil Si-Ueberschuss sich im sauren Glas und im Quarzgehalt der Grundmasse verräth. Dies scheint darauf hinzudeuten, dass der Kern $CaAl_2Si_4$ besser durch die Anorthitformel $CaAl_2Si_2$ ersetzt werden sollte.

Ergebnisse.

1. Der Hypersthen-Andesit, welcher in Blöcken im Lapillituff der Insel Alboran auftritt, enthält Einsprenglinge von Anorthit mit 80—94% Anorthitgehalt, die durch schwach ausgeprägte isomorphe Schichtung und schmale Aussenzonen ausgezeichnet sind, Hypersthen, nach optischer Untersuchung mit 35—50% des Eisensilicates, und diopsidähnlichen Augit mit circa 25—30% der eisenhältigen Verbindungen.

2. Die Basis enthält Mikrolithen von basischem Labrador, nur monoklinen Augit und Magneteisen und zeigt bei hyalopilitischer Structur ein fleckiges Aussehen, welches durch Ausscheidung grösserer Magnetitkryställchen in den hellen Flecken bedingt ist, während in der dunklen Hauptmasse die eisenhaltigen Ausscheidungen auf dem Globulitenstadium stehen bleiben.

3. Die Grundmasse enthält einen merklichen Ueberschuss von SiO_2, welcher bei krystalliner Entwicklung zur Quarzbildung führt.

4. Der Hypersthen-Andesit von Alboran gehört einer extrem kalkreichen Untergruppe der Hypersthen-Andesite an, welche auch in anderen Andesitgebieten vertreten ist. Es wird vorgeschlagen, diese extrem kalkreichen Hypersthen-Andesite als natronarme Hypersthen-Andesite oder Alboranite von den normalen Hypersthen-Andesiten ab-

Digitized by Google

zugliedern. Das andere Endglied der Hypersthen-Andesite bilden dann die natronreichen Hypersthen-Andesite oder Santorinite. Alle Hypersthen-Andesite, die Alboranite mit eingeschlossen, sind saure Gesteine mit *Si*-Ueberschuss; dadurch unterscheiden sich die Alboranite von den Labradoriten, welche nach Rosenbusch's Auffassung einen Uebergang zum Basalt vermitteln, und chemisch durch niedrigeren SiO_2-Gehalt, mineralogisch durch accessorische Olivinführung ausgezeichnet sind.

Tafelerklärung.

Fig. 1. Hypersthen-Durchschnitt nach (100) mit deutlicher Zonenstructur.

Fig. 2. Augit-Durchschnitt, unverändert, und Hypersthen-Durchschnitte, welche beginnende Umwandlung zeigen; man erkennt grüne Adern, die im Bild als feine Doppellinien auftreten, daran anschliessend helle Felder, die aus Opal bestehen. Die Reste der Hypersthenkrystalle laufen in zackige Spitzen aus. Der dunkle Saum entspricht der Rinde von monoklinem Augit, welche bei der starken Abblendung schwach lichtdurchlässig ist. Krystalline Entwicklung der Grundmasse. Vergr. ca. 12, Aufnahme in gewöhnlichem Licht.

Fig. 3. Fleckige Beschaffenheit der Grundmasse. Text 540. Vergr. 40, gew. Licht.

Fig. 4. Lapillituff. Die hellen Säume, welche die einzelnen Lapilli umziehen, sind Opal. Neben schaumigen Lapilli erkennt man Fragmente von Anorthit und Augit. Vergr. 12, gew. Licht.

Digitized by Google

XXV. Notizen.

Zur Bestimmung der Plagioklase in Dünnschliffen in Schnitten senkrecht zu *M* und *P*.

Von einem leicht erkennbaren Schnitt scheint bisher bei der Bestimmung der Feldspathe noch wenig Gebrauch gemacht worden zu sein, obwohl er viele Vortheile in sich vereinigt: leichte Erkennbarkeit, starke Aenderung der Auslöschungsrichtung, Möglichkeit der Unterscheidung der sauren Reihe Albit-Oligoklas von der basischen Oligoklas-Andesin. Ich meine den Schnitt senkrecht zu (001) und (010). Dieser Schnitt ist bei grösseren Krystallen an der scharfen Zeichnung der Zwillingslamellen nach *M* und der Spaltrisse nach *P* leicht zu erkennen; die richtige Lage der Schnittfläche kann leicht controlirt werden, da sich Zwillingsgrenzen und Spaltrisse beim Heben und Senken des Tubus nicht verschieben dürfen. Die Schnittrichtung ist auch bei Mikrolithen in der Grundmasse der Eruptivgesteine leicht aufzufinden, da sie dem Querschnitt der meist nach *a* gestreckten Mikrolithen entspricht. Diese Querschnitte erscheinen als scharfe Rhomben, an denen man selbst bei sehr kleinen Dimensionen noch den stumpfen und spitzen Winkel unterscheiden kann.

Von Wichtigkeit für die Brauchbarkeit der Methode ist, dass die Auslöschungsrichtungen in der Nähe der angedeuteten Schnittlage sich nur langsam ändern, so dass eine selbst um mehrere Grade abweichende Lage des Schnittes keine sehr bedeutende Aenderung der Auslöschungsschiefe hervorbringt.

Den Diagrammen von M.-Lévy kann man für die angedeutete Schnittrichtung, welcher die Position $\varphi = 0\ \lambda = +65$ zukommt, folgende Auslöschungsrichtungen entnehmen:

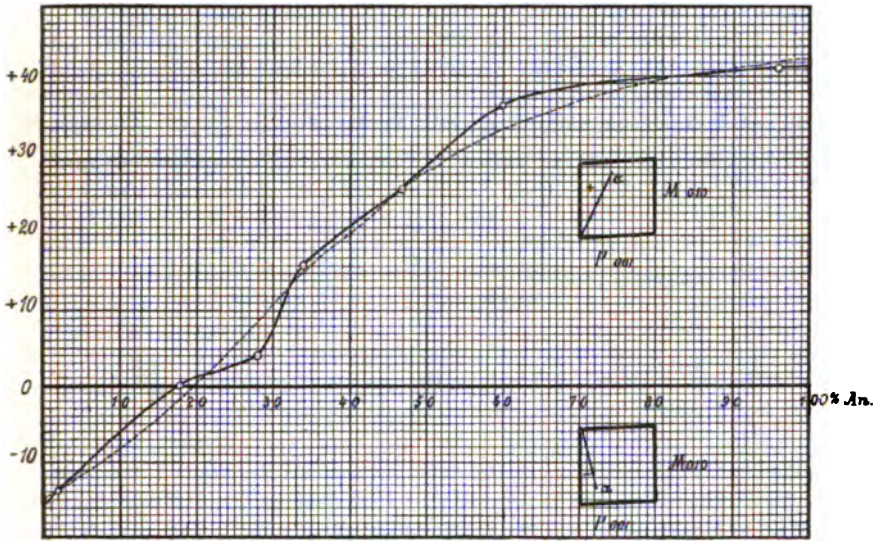
Eine Unterscheidung der Trace von (010) und (001) ist manchmal durch die Zwillingsbildung möglich; die Zwillingsgrenze entspricht (010). Sie wird auch durch die optische Untersuchung selbst möglich gemacht, da die α' entsprechende Auslöschungsrichtung mit der Trace von (010) immer den kleineren Winkel einschliesst. Dieser Unterschied verliert seine Giltigkeit nur bei den dem Anorthit zunächst stehenden Gliedern der Plagioklasreihe, wo die Bestimmungsmethode überhaupt nicht gut anwendbar ist, da sich im letzten Abschnitt der Plagioklasreihe die Auslöschungsschiefe des Schnittes senkrecht zu (010) und (001) überhaupt nur langsam ändert. Für die ganze Reihe Albit-Bytownit ist die Aenderung eine starke (fast 1° für 1% Anorthitgehalt).

Feldspath		Auslöschungsschiefe α' in Schnitt $\perp$ (010) und (001) gegen (010)
Albit	$Ab_{98}\ An_2$	$-14°$ im stumpfen Winkel (010).(001).
Oligoklas . .	$Ab_{82}\ An_{18}$	0
	$Ab_{72}\ An_{28}$	$+4°$ im spitzen Winkel (010).(001).
Andesin . .	$Ab_{66}\ An_{34}$	$+16°$ „ „ „ „
Labrador . .	$Ab_{53}\ An_{47}$	$+26°$ „ „ „ „
	$Ab_{40}\ An_{60}$	$+37°$ „ „ „ „
Anorthit . .	$Ab_4\ An_{96}$	$+42°$ „ „ „ „

Digitized by Google

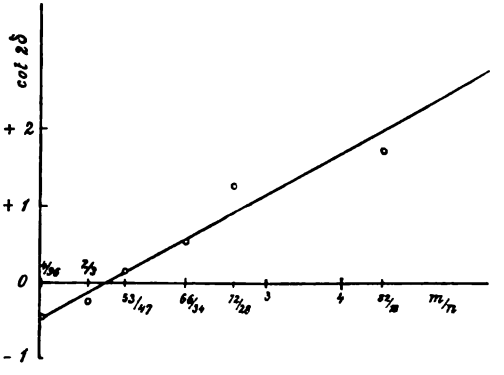
Die Zusammensetzung der Plagioklase in der vorstehenden Tabelle ist nach M.-Lévy, Determin. des Feldspathes, H. II, angeführt. Ich kann aber nicht

Fig. 1.



Curve der Auslöschungsschiefen im Schnitt senkrecht zu *M* und *P*. Ausgezogen: Empirische Curve nach M.-Lévy, punktirt theoretische Curve nach der Formel Mallard's.

Fig. 2.



verhehlen, dass möglicherweise die Zusammensetzung der beiden Oligoklastypen besser durch die Formeln $Ab_{80}\ An_{20}$ und $Ab_{75}\ An_{25}$ dargestellt wird, wie sie von M.-Lévy ursprünglich angenommen wurde.

Digitized by Google

Die Frage gestattet eine Prüfung mittels der Mallard'schen Formel, welche, wie bekannt, die Auslöschungsrichtungen auf einer Fläche der Plagioklase mit ziemlicher Annäherung darstellt. Bezeichnet man mit δ den Winkel, den die α' entsprechende Auslöschungsrichtung im Schnitt $\perp$ (010) und (001) bei irgend einem Glied der Mischungsreihe $Ab_m\ An_n$ mit der Auslöschungsrichtung des Albit einschliesst, so besteht nach Mallard die Gleichung:

$$\cot 2\delta = -\frac{m}{n} A - B,$$

wobei A und B Constanten sind. Trägt man die Verhältnisse $\frac{m}{n}$ als Abscissen, die cot 2δ als Ordinaten auf, so müssen die Endpunkte auf einer Geraden liegen.

	δ	2δ	cot 2δ	$\frac{m}{n}$
Oligoklas . .	14°	28°	1·88	4·55
	18 „	36	1·38	2·57
Andesin . .	30	60	0·58	1·94
Labrador . .	40	80	0·18	1·13
	51	102	— 0·21	0·67
Anorthit . .	56	112	— 0·40	0·04

Die Fig. 2 zeigt in Ringeln die Ordinaten bezogen auf die obigen Verhältnisse als Abscissen; man sieht, dass die Ordinate der Oligoklase an den Abscissen 3 und 4 der Mallard'schen Regel weitaus besser entsprechen würden. Man wird daher annehmen dürfen, dass die chemische Zusammensetzung der Plagioklase, deren optische Verhältnisse durch die Tafeln II und III in M.-Lévy, Heft I, dargestellt sind, richtiger durch die Formeln $Ab_4\ An_1$ und $Ab_3\ An_1$ ausgedrückt wird. Die beistehende Fig. 1 zeigt in ausgezogener Linie die empirische Curve nach den Angaben von M. Lévy, punktirt die berechnete Curve nach der Mallard'schen Formel. Anwendungen dieser Methode wurden unter anderem bei der Bestimmung der Mikrolithen in den Hypersthen-Andesiten von Alboran gemacht. (Vergl. die vorangehende Publication.)[1] F. Becke.

[1]) Dass die Benützung der Schnitte $\perp M$ und P zur Bestimmung der Plagioklase schon von G. F. Becker empfohlen wurde, ist dem Verfasser erst während der Correctur dieser Notiz bekannt geworden. (Vergl. VIII. Ann. Rep. U. S. Geol. Survey 1896/97. Part III. 1—86. Washington 1898.)

Digitized by Google

Neue Scheelitvorkommnisse in den östlichen Centralalpen.

Für die Mineraliensammlung des naturhistorischen Hofmuseums in Wien wurde im Jahre 1898 ein ausgezeichnetes Exemplar eines Scheelitvorkommens aus dem Habachthale in Salzburg erworben. Es besteht aus einem losen, in den Dimensionen von 9 : 5 : 3·8 Centimeter pyramidal entwickelten und nach zwei dominirenden Pyramidenflächen dicktafeligen Krystallstock. Die herrschende Form des Hauptindividuums und seiner Theilindividuen ist die Pyramide *p* (111), deren Polkanten durch die verwendete Pyramide *e* (101) schmal abgestumpft sind. Ein Polende erscheint als gezahnte Kante, während die entgegengesetzte Seite in der Ausbildung behindert war. Spaltbarkeit nach *c* (001) deutlich erkennbar. Die Krystalle sind farblos durchsichtig und nur an Stellen gestörten Wachsthums trüb bis grauweiss. Die Flächen der Pyramide *p* sind glatt, spiegelnd und durch Hervortreten von Theilindividuen parallel den Polkanten schwach gestreift. Im Innern bemerkt man nach der herrschenden Pyramidenfläche eingelagerte Biotitblättchen. An der Oberfläche sitzen einige kleine, mit Chlorit angefüllte Adulare und ein Häufchen schwach gelblich gefärbter Titanitkryställchen. Das Gewicht des Krystallstückes beträgt 550 Gramm.

Ein zweites, durch seine Grösse hervorragendes Exemplar eines neuen Scheelitvorkommens ist ebenfalls im Besitze des Museums und bisher nicht weiter bekannt geworden. Das Stück wurde von Herrn A. Otto erworben und trägt den Fundortvermerk aus der Rauris. Es ist ein loser, tief honiggelb gefärbter, nach 3 Mittelkanten und 1 Polecke gut ausgebildeter Krystall. Seine ausgebildeten Pol- und Mittelkanten haben eine Länge von 6—7 Centimeter. Die herrschende Form ist die Pyramide *p* (111), wozu untergeordnet die verwendete Pyramide *e* (101) tritt. Die Flächen der Pyramide *p* sind glänzend und uneben durch Hervortreten von Theilgestalten und Flächenelementen aus der Zone *hke*. Die Flächen der Pyramide *e* sind rauh. An den im Wachsthum verkümmerten Stellen sieht man wenige von Scheelithsubstanz umschlossene, weisse Adularkrystalle. Einige davon sind durch Chlorit grün gefärbt, welcher auch sonst als Chloritstaub kleine Vertiefungen des Krystalls ausfüllt. Das Gewicht des Krystalls beträgt 750 Gramm.

F. Berwerth.

Digitized by Google

XXVI. Literatur.

Krystallographie, Physik, Chemie.

Daly R. A.: A comparative study of Etch-Figures. The Amphiboles and Pyroxenes. — IV. Contributions from the Harvard Mineralogical Museum. Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences. Vol. XXXIV, Nr. 15, March 1899.

Derselbe: On the optical characters of the vertical zone of Amphiboles and Pyroxenes; and on a new method of determining the extinction angles of these minerals by means of cleavage pieces. — Proceedings of the American Acad. of Arts and Sciences. Vol. XXXIV, Nr. 12, February 1899.

Dick A.: Note on the Crystals of Lead described in the preceding communication. — Communications from the Oxford Mineralogical Laboratory. Repr. from the Mineral. Magazine. Vol. XII, Nr. 55.

Fedorow E. v.: Aus dem Gebiete des Hypothetischen. — Sep.-Abdr. aus Zeitschr. f. Kryst. etc. XXXI. Bd., 1. Heft.

Derselbe: Neue Auffassung der Syngonie, eines Grundbegriffs der Krystallographie. — Sep.-Abdr. aus Zeitschr. f. Kryst. etc. XXXI. Bd., 1. Heft.

Hartley E. G. J.: II. On the constitution of the mineral Arsenates and Phosphates. — Communications from the Oxford Mineralogical Laboratory. Repr. from the Mineral. Magazine. Vol. XII, Nr. 55.

Pratt J. H.: On the Crystallography of the Montana Sapphires. — From the American Journal of Science. Vol. IV, December 1897.

Viola C.: Homogeneität und Aetzung (allgemeine Asymmetrie der Krystalle). — Sep.-Abdr. aus Zeitschr. f. Kryst. etc. XXXI. Bd., 2. Heft.

Derselbe: Per la Asimmetria dei Cristalli. — Rendiconti della R. Accademia dei Lincei. Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali. Estratto dal vol. VIII, 1° sem., serie 5ª, fasc. 7°. Seduta del 9 aprile 1899.

Westhoff F.: Untersuchungen über die Krystallstructur der Glieder der Aragonitgruppe. — Inaug.-Dissert. d. mathem.-naturw. Facultät der Univ. Freiburg in der Schweiz, 1899.

Mineralogie.

Daly R. A.: On a new variety of Hornblende. — V. Contributions from the Harvard Mineralogical Museum. — Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences. Vol. XXXIV, Nr. 16. March 1899.

Fedorow E. v. und Nikitin B. W.: Die Mineralien des Bogoslowsk'schen Bergreviers. — Extrait de l'Annuaire géologique et minéralogique de la Russie. — Vol. III, Liv. 7, édité et rédigé par N. Krichtafovitsch. Varsovie 1899.

Kaiser E.: Die Verwandtschaft der Nephelin-Davyn-Gruppe. — Sep.-Abdr. aus d. Sitz.-Ber. d. Niederrhein. Gesellsch. f. Natur- und Heilkunde zu Bonn. Sitz. vom 5. December 1898.

Digitized by Google

Derselbe: Melilith, Nephelin (Vesuv). Die Verwandtschaft von Nephelin und Davyn. Natrolith v. Limberger Kopfe bei Asbach (östl. v. Siebengeb.), Thomsonit und Apophyllit aus d. Siebengeb. und dessen Umgebung, Aluminit aus d. Melbthale bei Bonn, Zinkblende v. Adenau, Rheinprovinz, Cerussit v. Rheinbreitbach und Honnef, Rheinprovinz. — Sep.-Abdr. aus Zeitschr. f. Kryst. XXXI. Bd., I. Heft, Leipzig 1899.

Kunz G. F.: On the Sapphires from Montana, with special reference to those from Yogo Gulch in Furgus County. — From the American Journal of Science. Vol. IV, December 1897.

Miers H. A.: I. Mineralogical Notes; Zincblende, Galena, Pyrites, Lead. — Communications from the Oxford Mineralogical Laboratory. Repr. from the Mineralogical Magazine. Vol. XII, Nr. 55.

Riva C.: Brochantite di Rosas (Sulcis). — Reale accademia dei Lincei. — Estratto dal vol. VIII, 1° sem., serie 5ª, fasc. 7°. Seduta del 9 aprile 1899.

Struever G.: I Giacimenti Minerali di Saulera e della Rocca Nera alla Mussa in Val D'Ala. — Rendiconti della R. Accad. dei Lincei. Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali. Estratto dal vol. VIII, 1° sem., serie 5ª, fasc. 9°. Seduta del 7 maggio 1899.

Viola C.: Per l'Anorthite del Vesuvio. — Rendiconti della R. Accademia dei Lincei. Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali. Estratto del vol. VIII, 1° sem., serie 5ª, fasc. 8°. Seduta del 23 aprile 1899.

Wolff J. E.: VII. On Hardystonite, a new Calcium-Zinc Silicate from Franklin Furnace, New Jersey. — Contributions from the Harvard Mineralogical Museum. Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences. Vol. XXXIV, Nr. 18, April 1899.

Petrographie, Geologie, Paläontologie.

Barrois Charles: L'extension du Silurien supérieur dans le Pas-de-Calais. — Extrait des Annales de la Société Géologique du Nord. Tome XXVII, pag. 212. Séance du 10 Octobre 1898. Lille.

Derselbe: Les Goniatites du Ravin de Coularie (Haute-Garonne). — Extrait des Annales de la Société Géologique du Nord. Tome XXVII, pag. 260. Séance du 24 Décembre 1898. Lille, rue Brule-Maison, 159.

Derselbe: Des relations des mers dévoniennes de Bretagne avec celles des Ardennes. — Extrait des Annales de la Société Géologique du Nord. Tome XXVII, pag. 231. Séance du 24 Décembre 1898. Lille.

Belar A.: Graslitzer Erschütterungen vom Jahre 1824. — Sonderabdr. aus d. Sitz.-Ber. d. Deutsch. naturw.-medic. Vereines f. Böhmen „Lotos", 1899, Nr. 4.

Diller J. S.: Origin of Paleotrochis. — From the American Journal of Science. Vol. VII, May 1899.

Kaiser, Dr.: Verwitterung thonerdehaltiger Silicatgesteine in den Tropen. — Sep.-Abdr. aus d. Sitz.-Ber. d. Niederrhein. Gesellsch. für Natur- und Heilkunde zu Bonn. Sitz. vom 5. December 1898.

Loewinson-Lessing F.: Etudes de Pétrographie générale avec un mémoire sur les Roches éruptives d'une partie du Caucase central. — Russisch mit franzö-

Digitized by Google

sischem Résumé. Tiré des Travaux de la Société des Naturalistes de St. Pétersbourg. Vol. XXVI, livr. 5. Section de Géologie et de Minéralogie.

Novarese V.: I giacimenti di graphite delle Alpi Cozie. — Estratto dal Bolletino del R. Comitato geologico, anno 1898, Nr. 1.

Pirsson L. V.: On the Corundum-Bearing Rock from Yogo Gulch, Montana. — From the American Journal of Scienze. Vol. IV, December 1897.

Derselbe: On the Phenocrysts of intrusive igneous Rocks. — From the American Journal of Science. Vol. VII, April 1899.

Riva C.: Sopra la formazione Diabasica e sopra alcuni Minerali di Rosas nel Sulcis (Sardegna). — Letta nell' adnanza del 9 febbraio 1899 al R. Istituto Lombardo di scienze e lettere.

Sabatini V.: I Vulcani di S. Venanzo. — Estratto dal vol. XXII della Rivista di Mineralogia e Cristallografia del Prof. R. Panebianco.

Derselbe: Nuovo tipo di lava rinvenuto a San Venanzo nell' Umbria. — Dal Bollettino del R. Comitato Geologico. Anno 1898, Nr. 3.

Stache G.: Jahresbericht für 1898 d. k. k. geolog. Reichsanstalt. Wien 1899.

Viola C.: Le frane di Stigliano (Basilicata). — Estratto dagli Annali della Società degli Ingegneri e degli Architetti Italiani. Fascicolo I. Anno 1899.

Weed W. H. and Pirsson L. V.: Geology and Mineral resources of the Judith Mountains of Montana. — Extract from the Eighteenth Annual report of the Survey, 1896—97. Part III. Economic Geology. Washington 1898.

Weidmann S., Ph.-Dr.: A contribution to the Pre-Cambrian Igneous Rocks of the Fox River Valley, Wisconsin. — A Thesis Submitted for the Degree of Doctor of Philosophy. University of Wisconsin. 1898.

Woldřich J. N.: Geolog. Studien aus Südböhmen. I. Aus dem böhm.-mähr. Hochlande. Das Gebiet der oberen Nežarka. — Archiv der naturwissenschaftl. Landesdurchforschung von Böhmen. Bd. XI, Nr. 4.

Derselbe: Beitrag zur Moldawitfrage. — Bulletin international de l'Académie des sciences de Bohême. 9 Decembre 1898.

Derselbe: Bericht über die unterirdische Detonation von Melnik in Böhmen vom 8. April 1898. — Mittheil. d. Erdbeben-Commission d. kais. Akademie d. Wissenschaften in Wien. Aus d. Sitz.-Ber. d. kais. Akademie d. Wissensch. in Wien. Mathem.-naturw. Classe. CVII. Bd., Abth. I. December 1898.

Taramelli Torquato: Elogio del compianto socio Conte Gilberto Melzi. — Nell'adnanza del 23 febbraio 1899, al Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere.

Digitized by Google

Register.

Seite

Adern der Grundmasse des Variolit . 492
Aetzfiguren 66
Aktinolith 348
Alboran, Hypersthenandesit 525
Alboranit 553
Alkaliaugit 120, 169
Alumosilicatmagmen, systematischer Ueberblick 221
Albitmagma 50
—, Krystallisation des Spinells aus dem 53
Almandin 347
Amazonenstein 313, 328
Amethyst, natürliche Färbung des . 449
— 313, 327
Amphibolbomben 390, 393
Amphibolgneiss 349
Amphibolit 294, 349, 421
Amphibolkrystalle 388
— mit opacitischem Saume 390
Anatas 351, 352, 353
Anatase, Färbung der schwarzen . . 461
Andalusit-Biotitcontactgneiss 438
Andalusit-Biotitcontactschiefer 422, 425
Andalusit 268, 270, 271, 278, 281, 282, 285
Andarahy, Diamantsande 353
Andesit, Cordierit- 167, 222
Andesitdacit 521
Andesit, Hypersthen-, Alboran . . . 525
Andesitmagma, Krystallisation des Cordierit im 68
Andesittrachyte 522

Seite

Andesittypen 522
Anhydrit 311, 320
Anisenyltetrazotsäure, krystall. Untersuchung der 241
Anorganische Färbungen 453
Anorthit . . . 157, 195, 201, 231, 528
Anorthitmagma 46
—, Löslichkeit der Thonerde im . . . 49
Anorthit-Nephelinmagma 47
Anorthit-Nephelinmagmen mit Thonerde übersättigt 196
Anorthit-Nephelinschmelzen 198
Apatit . . 217, 290, 293, 311, 319, 500
— im Kyschtymit 211
Aplit 423, 437
Árva Polhora, Mineralwasseranalyse . 443
Augentextur 429
Augit 113, 174, 180, 231, 533
Augit, stark pleochroitisch 182
—, siehe auch Pyroxen.
Augite, alkalihaltige 120
Augitite 180, 519
Augitlatit 521
Augitmikrolithe 379, 380
Augit-Sphärolithe. Bildung in mit Augitsubstanz stark übersättigten Magmen 169

Bahianischer Diamant, die mineralischen Begleiter des 342
Barsowit 202
Baryt 320
— blauer 311

Digitized by Google

Seite

Basalte der Steiermark 377
— Enstatit- 172
— -Magma, Hauyn 182
— -Magmen, mit Thonerde nicht gesättigt 169
— -Magmen, mit Thonerde übersättigte 186
Basaltische Gesteine d. Oststeiermark und des benachbarten ungar. Eruptionsgebietes 401
Basalttuffe 377
Basanite 519
Basanitoide 405
Bandeira do Mello, Diamantsand . . 359
Becke F.: Chemische Analysen aus dem Laboratorium der Universität in Prag 94
— Der Hypersthen-Andesit der Insel Alboran 525
— Zur Bestimmung der Plagioklase in Dünnschliffen in Schnitten senkrecht zu *M* und *P* 556
Berwerth F.: Neue Scheelitvorkommnisse in den Centralalpen 558
Biegungsaxe der Feldspathe 360
Bildungsbedingungen für Korund, Spinell, Sillimanit und Cordierit in Silicatmagmen 22
Bildung der Minerale im Magma, Experimentelle Untersuch. über die . 1
Biotit 82, 164, 219, 266, 269, 270, 281, 282, 283, 285, 292, 297, 343
Biotitandesit 390
Biotitcontactschiefer, Andalusit- . . 422
Biotitgranit, granatführend 349
Biotit im Kyschtymit 210
Blocklava-Breccie 383
Böhmig P. O.: Beiträge zur Kenntnis der Gesteine des Greifensteins 261
Brasilien, Mineralog. Notizen 334
Brauneisenstein 483
Brewsterlinit 316
Bronzit, siehe Pyroxen rhombischer.
Brookit 338, 343, 355
Brüx, Whewellit 251

Seite

Calcit 321, 380
Camassari, Diamantsande 357
Camptonite 519
Cancrinit 498
Cardien 391
Cassiterit 353, 354
Cerithien 391
Cerithium 390
Ceylanit 38
Chalcedon 341
Chapada, Diamantsande 359
Chemische Analysen aus dem Laboratorium der Universität in Prag . 94
Chemische Zusammensetzung der aus Silicatschmelzen ausgeschiedenen Pyroxene 105
Chemische Zusammensetzung des aus den Schmelzen ausgeschiedenen Korund und der Spinelle 36
Chlorhydrat des Isobutyraldazins . . 504
Chlorit 343, 422, 501
Chloritgneiss 349
Chloritoid-Gruppe 280
Chloritschiefer 349, 501
Chlorit-Sericitschiefer 501
Chlorospinell 38
Chrom, Färbungen durch 454
Chromit 342
Chrysoberyll 343, 348, 353, 358
Classification der Silicatmagmen . . 221
Clivagetextur 435
Ciminit 522
Citrin, natürl. Färbung 451
Cohäsionseigenschaften der Anisenyltetrazotsäure 246
Cohen E.: Ueber eine zum Schneiden von Meteoreisen geeignete Maschine 408
Cölestin 311, 320
— natürl. Färbung des blauen von Gembeck 451
Columbit 351, 352, 353, 354
Congerientegel 338, 383
Contactbiotite 425
Contactmetamorphose am Granit des Greifensteines 261

Digitized by Google

Seite

Contactwirkungen d. Glimmerschiefers auf den Granit 289
Contactzone um die Ulten-Iffingermasse bei Meran 412
Cordierit 230
— -Andesit 167, 222
— Krystallisation im Andesitmagma 68
— -Vitrophyrit 167, 222
Cymophan 358

Dacitandesit 521
Dacite 522, 523
Dacitliparite 523
Delessit 482, 492
Dellenit 523
Demantspath 344
Dendrite 89
Diabas 432
Diabasporphyrisches Magma 492
Diamantsande, brasilianische 334
Diamant, die mineralischen Begleiter des bahianischen 342
Diaspor 344, 348, 350, 353
Diopsid 126
Disthen 348, 356, 358

Einschlüsse von Hornblendegestein . 297
Eisen, Bestimmung des metallischen — in Meteoriten 515
Eisenerze 267, 271, 281, 288, 297, 299, 353, 356
Eisen, Färbung der Minerale durch . 466
Eisenglanz 84, 275, 349
Eläolith 497
Eläolithsyenit aus Rumänien 254
Eläolithsyenitgeschiebe in Rumänien . 497
Enstatit 110, 174, 231
— -Basalt 172
— Zusammensetzung des aus dem Magma ausgeschiedenen 111
Epidot . . . 296, 299, 348, 487, 492
Eruptivgesteine, kritische Beiträge zur Systematik der 518
Euklas 350
Euktolith 518

Seite

Experimentelle Untersuchungen über die Bildung der Minerale im Magma 1, 105

Färbungen, anorganische 453
— durch Chrom 454
— durch Eisen 466
— durch Mangan 464
— durch Nickel 464
— durch Titan 460
— natürliche der Mineralien 447
Färbung, natürliche der Minerale durch organische Substanzen 304
Favas der brasilianischen Diamantsande 334
Fayalit 194
Fedorow D. v.: Biegungsaxe der Feldspathe 360
Feldspath 266, 275, 282, 288, 291, 297, 299, 556
Feldspathbasalt 390
— Korund und Spinell enthaltend . 193
— mit Spinell 188
Feldspathe, Biegungsaxe der 360
— der Eläolithgeschiebe 498
Felsarten, rumänische 477
Feste Lösungen 6
Feuerstein, natürliche Färbung . . . 451
Fibrolith 344
Fladenlava 385
Flusspath 283, 287, 293, 299, 301, 309, 317
Frenzel A.: Nachtrag zur Notiz über das San Gregorio-Eisen 254
— Ueber das San Gregorio-Eisen . . 91
— Ueber mexikanische Meteoreisenmassen 367

Gauteit 522
Gesteinsbildende Minerale 10
Gläser M. u. W. Kalmann: Das Mineralwasser von Árva Polhora (Ungarn) 443
Glas 487
Glasbasis 231
Glimmerdiorit 520
Glimmerporphyrit, Quarz- 424

Digitized by Google

Seite

Glimmerschiefer 264
— -Einschlüsse im Granit 281
Glimmer-Tonalit 422
Gold 349, 351, 353, 356
Granat . . 265, 266, 275, 278, 280, 288, 296, 299, 347, 350
Granit 222
— des Greifensteines, Contactmetamorphose 261
Graphische Darstellung der chem. Zusammensetzung 550
Graphit 281
Greifenstein, Gesteine des 261
Grundmasse des Variolit 491
— Fleckenstructur 540

Hämatit 84, 352, 353
Hauyn . . . 141, 183, 231, 384, 387
— -Basaltmagma 182
— Synthese von 128
Hercynit 38, 68, 344
Hornblende 295, 296, 298, 422
— der Eläolithgeschiebe 498
Hornblendenadeln 296
Hornblendetonalit 420, 437
Hornblendetonalitgneiss 438
Hornstein 334
Hödlmoser C.: Chemische Analyse des Meteoriten von Zavid 513
Hussak E.: Mineralogische Notizen aus Brasilien 334
Hypersthen 188, 231, 536
— -Andesit, Alboran 525
Hydroilmenit 358

Iffingermasse bei Meran 412
—, Contactzone um die 433
Ilmenit 339, 348, 358
Intersertalglasige Structur 228
Isobutyraldazin, Chlorhydrat des . . 504
Isobutyraldolcyanhydrin 508
Isoliren des Korund und Spinell aus den Schmelzen 30

Seite

Jacupiraugit 337
Jaspis 334, 337, 341, 343, 351
Judicarienbruchlinie 438

Kalialumosilicatmagmen, Beziehung der reinen — zur Thonerde 55
Kali-Quarztrachyte 524
Kalkspath, siehe bei Calcit.
Kalkspath, blauer und violetter . . . 311
Kalkstein-Concretionen 352
Kalmann W. und M. Gläser: Das Mineralwasser von Árva Polhora (Ungarn) 443
Korund 38, 45, 62, 218, 230, 343, 350, 357
— Bildung im Albitmagma 50
— Darstellungsmethoden 23
— gemeiner 343
— -Gesteine des Ural 202
— -haltige Schmelzen, Untersuchung der 30
— im Feldspathbasalt 193
— im Melilithbasalt 191
— im Nephelinbasalt 190
— Isoliren aus den Schmelzen . . . 30
— mit Spinelleinschlüssen 191
— Krystallisation im Natriumaluminat 54
— -Orthoklasgesteine: Der Korund-pegmatit und Korundsyenit . . . 215
— -Pegmatit 82, 215, 220
— Physikalische u. krystallographische Eigenschaften des aus den Schmelzen ausgeschiedenen 62
— -Syenit 82, 217, 222
Körnige Structur 228
Kraatz-Koschlau, K. v. Lothar-Wöhler: Die natürlichen Färbungen der Mineralien 304
Krystallisationsdauer 48
Krystallographische Untersuchung der Anisenyltetrazotsäure 241
Künzli E.: Die Contactzone um die Ulten-Iffingermasse bei Meran . . 412
Kugelaggregate 175
Kyschtymit ein Korund-Anorthitgestein 202

Digitized by Google

Seite

Labrador 176, 188
Lagoriolith 147
Lapilli 386
Latit 521
Laugenspitzquarzporphyr 430
Lazulith 353
Leberstein 392
Lençoes, Diamantsande 352
Lepidomelan 199
Leucitabsarokit 520
Leucitbasalte 519
Leucit-Basanit vom Vesuv, Analyse . 94
Leucitit 520, 521
Leukoxen 483
Limburgit 181, 519
Limonit 351, 352, 358
Liparit 158, 524
Literatur . . . 95, 255, 268, 469, 559
Löslichkeit der Thonerde im Neph-lin- und Anorthitmagma 49
Lösungen, feste 6
Loewinson Lessing F.: Kritische Beiträge zur Systematik der Eruptivgesteine 518
Lydit 343

Madupit 520
Magmabasalt 181
Magmabasaltbomben 388
Magmabasaltlapilli 379
Magma, Experimentelle Untersuchungen über die Bildung der Minerale im 1
— -Spaltung 232
Magmenzusammensetzung nach der Ausscheidung des Spinells u. Korunds 42
Magneteisen, s. auch bei Magnetit 483, 502
Magnetit 84, 175, 180, 230, 267, 349, 353, 379
Magnetitkrystalle 89
Magnetit, mit Perowskit 337
Magnoferrit 187
Mangan, Färbung durch 464
Mechanische Deformationen 195
— — der Minerale im Kyschtymit . 211
Melanit, natürliche Färbung 461

Seite

Melilith 192, 231
— -Basalt 181
— -Basalt mit Korund und Spinell . 191
— -Leucitbasalt 519
Mergelknauer 393
Meteoreisenmassen, mexikanische . . 367
Meteoreisen, Schneidemaschine für . . 408
— San Gregorio 91, 254, 367
Meteorit, Bestimmung des metallischen Eisens im 515
— von Zavid, chemische Analyse . . 513
Mexikanische Meteoreisenmassen . . 367
Mikroklin, grüner 313, 328
Mikroperthit 216, 218
Mineralbildung im Magma 1
Minerale, gesteinsbildende 10
— in trockenen Silicatmagmen erhaltene 225
Mineralisator 7
Mineralogische Notizen aus Brasilien 334
Mineralwasser von Árva Polhora (Ungarn) 443
Minette-Typus 520
Missourit 520
Monazit 345, 349
Monchiquit 519
Monte Veneno bei Lençoes, Diamantsande 352
Monticellit 194
Morozewicz J.: Experimentelle Untersuchungen über die Bildung der Minerale im Magma 1, 105
Mügge O.: Krystallographische Untersuchung der Anisenyltetrazotsäure 241
Munt.-Murgoci G.: Krystallographische Bestimmungen 504
Muscovit 265, 269, 278, 282, 284, 292, 343
— -Glimmerschiefer 435
— -Gneiss 426
— Schiefer 264, 349

Natriumaluminat, Krystallisation des Korund im 54
Natrolith 382, 383, 391

Digitized by Google

Seite

Natrongranat-Lagoriolith 147
— Synthese von 128
Natrontrachyte 523
Natron-Quarztrachyte 523, 524
Natürliche Färbungen der Mineralien 304
Nephelin 198, 199, 231, 384
— -Anorthitmagmen, mit Thonerde übersättigt 196
— -Anorthitschmelzen 198
Nephelinbasalt 190, 519
Nephelinbasanite 387, 405
Nephelin-Basanitmasse 383
Nephelinite 196
—, hauynreiche 384
Nephelinmagma, Löslichkeit der Thonerde im 49
Neue Bücher 102, 372, 474
Nickel, Färbung d. Mineralien durch 464
Nicolau Th.: Beiträge zur Kenntnis rumänischer Felsarten 477
— Eläolithsyenit aus Rumänien . . 254
Nordmarkite, effusives Aequivalent . 523
Noritporphyrit 162
Normalglas 185
Normaltuff 381
Nosean 128, 129, 131
Notizen 91, 251, 367, 555

Olivin 175, 180, 189
Olivinknollen, Bildung der 193
Olivinkörner, picotitführend 390
Olivinbomben 388, 390
Ophitstructur, spinellhaltige Schmelze von 186
Opok 392
Organische Substanz, Nachweis der . 309
Orendit 520
Orthoklas 216, 218, 219, 343
— -Korundgesteine 215
Orthosilicate 231
Ottrelith 265, 278
Ottrelithschiefer 277
Oxyde, freie 225
Oxylacton, krystallographische Untersuchung 510

Seite

Palagonit 378
Pantellerite 524
Pegmatit, Korund- 215
Perowskitfels 339
Perowskit-Magnetitgestein 337
Phyllit 435, 501, 503
—, voigtländischer 280
Physikalische u. krystallograph. Eigenschaften des aus den Schmelzen ausgeschiedenen Korunds, Spinells und Sillimanits 62
Picotit 393
Pitanga, Diamantsande 359
Plagioklas 156, 231, 386, 478
—, Bestimmung im Schnitt $\perp M$ u. P 556
— im Kyschtymit 210
Plagioklasmikrolithen 486
Plagioklasrhyolith 523
Pleonast 38
Porphyrische Structur 228
Pyrit 267
Pyroxen 480, 488
Pyroxene, chemische Zusammensetzung der aus Silicatschmelzen ausgeschiedenen 105
Pyroxen, monokliner (s. a. Augit) . . 116
—, rhombischer (s. a. Hypersthen und Enstatit) 110, 173, 231, 536
—, Zusammensetzung des aus dem Magma ausgeschiedenen 114

Quarz 160, 264, 265, 273, 278, 282, 284, 290, 293, 296, 299, 301, 343
Quarziteinschlüsse 293
Quarzglimmerporphyrit . . . 424, 431
Quarzit 282
Quarzkörner 352, 379
Quarzporphyr, Laugenspitze 430
Quarz, prismatische Varietät 160
Quarztrachyte 523, 524
Quarzturmalingesteine 301

Randtonalit 425
Rauchtopas 313, 326
Rauchquarz, Färbung 449, 461

Digitized by Google

Seite

Reinisch R.: Teschenit aus Ost-Sibirien 92
Rio Paraguassú, Diamantsand . . . 359
Rubellit 314, 330
Rubin 343, 456
Rubinspinell, natürl. Färbung . . . 456
Rumänische Felsarten 477
Rutil 217, 267, 271, 275, 281, 288, 292, 348, 350, 351, 352, 353, 354, 502
— im Biotit 284
— -Mikrolithen 286
— nach Anatas 338
—, natürl. Färbung des 463

Salit 296, 299
Salobro, Diamantsande 359
Sande 384
Sande von Monte Veneno bei Lençoes 352
Sandstein 349
Sanduhraugit 380
San Gregorio, Meteoreisen . . . 91, 254
Sanidin 82, 163
San Isabel de Paraguassú, Diamantsande 359
Santorinit 553
Sapphir 456
Sarmatische Schichten 384
Scheelit, Centralalpen 558
Schlierenstructur der Schmelze . . . 193
Schmelzen, Isoliren des Korund und Spinell aus den 30
— trockenes 9
—. Untersuchung der korund- und spinellhaltigen 30
—, Zusammensetzung der 30
Schneidemaschinen für Meteoreisen . 408
Schubert R.: Whewellit vom Venustiefbau bei Brüx 251
Sericit 427, 428
Sericitschiefer 502
Sericitschiefer, Chlorit- 501
Sideromelan 378
Siemens-Ofen 16
Sigmund A.: Die Basalte der Steiermark 377

Seite

Sillimanit . . . 68, 230, 273, 344, 349
— Bildung im Albitmagma 50
— Darstellungsmethoden 26
— Physikal. und krystallogr. Eigenschaften des aus den Schmelzen ausgeschiedenen 62
Sincora, Diamantsande 359
Smaragd, Färbung 458
Sodalith 143
— Synthese von 128
Spaltungsvorgänge 406
Spessartit 433
Sphärolithe, Augit- 169
Sphärolithische Structur 228
Spinell 66, 230, 288
—, Darstellungsmethoden 25
— -Einschlüsse im Korund 191
— enthaltender Feldspathbasalt . . 193
Spinellhaltige Schmelzen, Untersuchung der 30
— Schmelze von Ophitstructur . . . 186
Spinell im Kyschtymit 211
— im Melilithbasalt 191
— im Nephelinbasalt 190
—, Isoliren aus den Schmelzen . . . 30
—, Krystallisation aus dem Albitmagma 53
—, Physikal. u. krystallogr. Eigenschaften des aus den Schmelzen ausgeschiedenen 62
Spinelle, Zusammensetzung d. isolirten 37
Staurolith 275, 351, 358
Steinsalz 321
— blaues 311
Structur 228
Syenit, Korund- 217
Syenittypus 220
Synthese von Nosean, Hauyn, Sodalith und Natrongranat-Lagoriolith 128

Taimyrit 523
Tegel 384
Tephrit 520
Teschenit aus Ostsibirien 92

Digitized by Google

Seite

Thonerde, die Beziehung der reinen Kalialumosilicatmagmen zur . . . 55
Thonerde, Löslichkeit d. — im Nephelin- und Anorthitmagma 49
Titan, Färbung durch 460
Titaneisen . . 180, 267, 288, 483, 487
Titanfavas 337
Titanit 267, 288, 499, 502
Titanmagnetiteisenstein 353
Titanoxyd-Favas 335, 336
Tonalitaplitapophysen 438
Tonalite 437
Tonalit, Glimmer- 422
Tonalitgneis 420
— von Wistra (Kärnten), Analyse . 94
Tonalit, Hornblende- 421, 437
Topas 283, 285, 286, 290, 292, 294, 300, 314, 330, 426
— -Mikrolithen 285, 291
— von Villa rica 458
Toscanit 524
Translation 250
Translationslamellen 248
Tridymit 162, 165, 234
Tuffe, Basalt- 377
Tuff, Hypersthenandesit- 543
Turmalin . 265, 266, 270, 274, 280, 288, 300, 301, 349, 351, 358, 423, 502
Turmalinquarzit 426

Uebergangstypen 223
Ultenmasse, Contactzone um die . . 412
Umwandlung d. hellen Glimmerschiefer 275

Seite

Ungar. Eruptionsgebiet, Beziehungen zu den basalt. Gesteinen der Oststeiermark 401
Ural, Korundgesteine des 202
Urmagma 221

Vacuolen 490
Variolen 486
Variolit 485
Variolitische Modification des diabasporphyrischen Magmas 492
Vitrophyrit, Cordierit- 167, 222
Vulsinit 522

Whewellit v. Venustiefbau bei Brüx 251
Wöhler L. und K. v. Kraatz-Koschlau: Natürliche Färbungen der Mineralien 304, 447
Wollastonit, Bildung in Fabriksgläsern 124
Wolynit 162
Wulfenit 458
Wulfenite, gelbe 460
Wyomingit 520

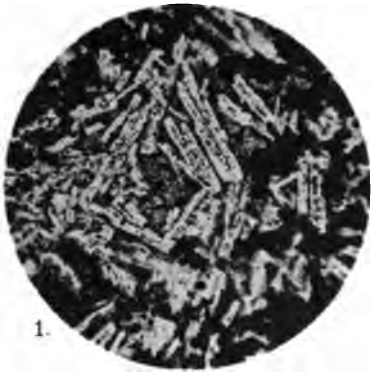
Xenotim 346, 349

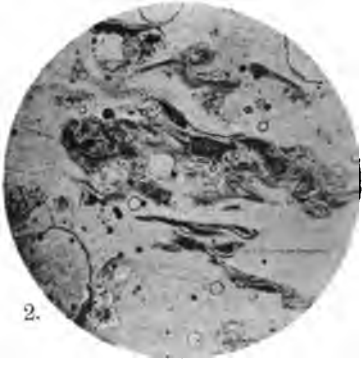
Zavid, Metorit von 513
Zoisit 502
Zirkon . 217, 267, 270, 275, 287, 288, 292, 323, 342, 347, 349, 350, 352, 353, 356, 357
— im Kyschtymit 211
— natürl. Färbung des . . . 312, 447
Zirkonoxyd-Favas 339

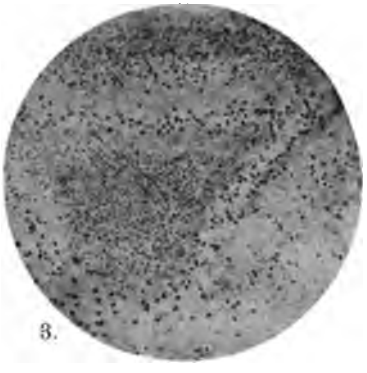
LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

Druck von Gottlieb Gistel & Comp. in Wien.

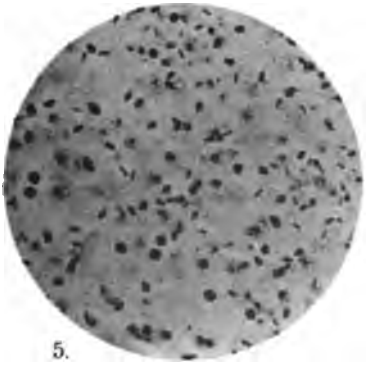
Digitized by Google

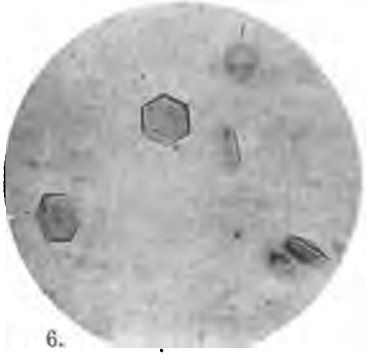

1.


2.


3.

4.


5.


6.

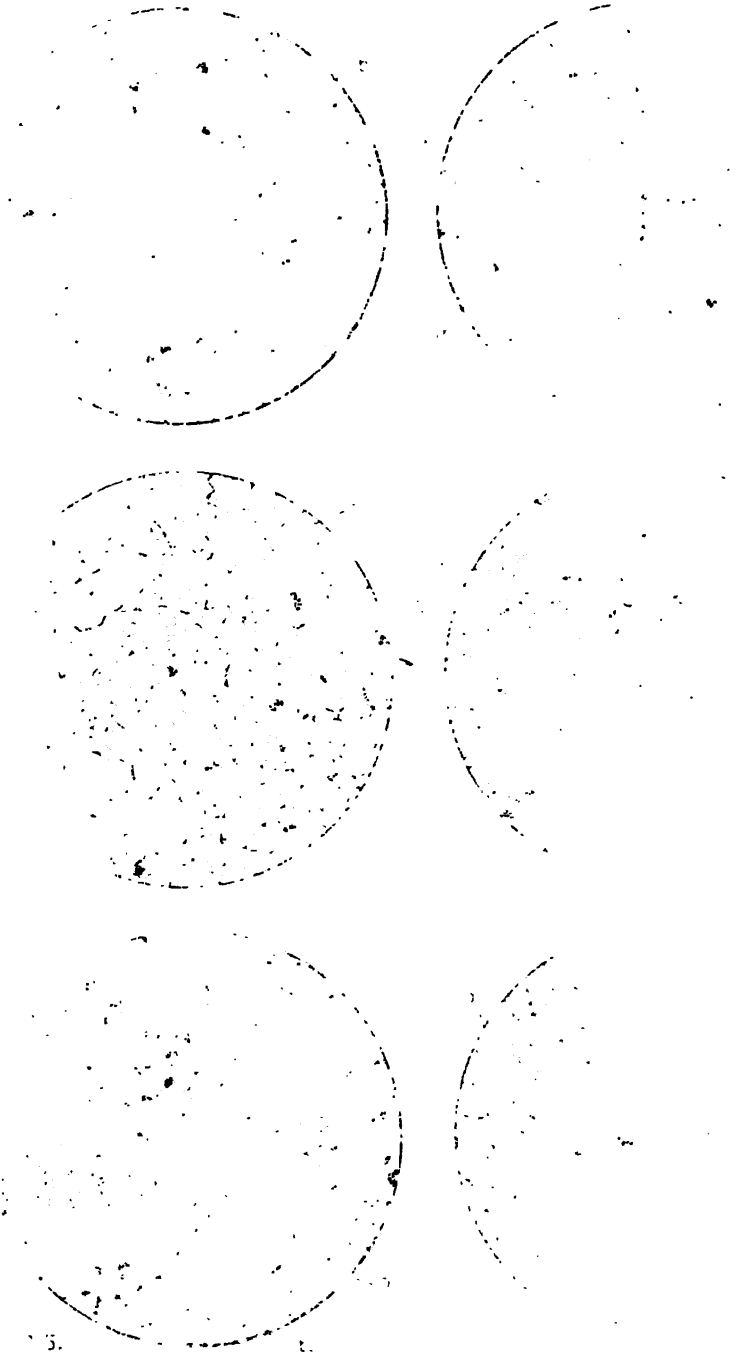
Tschermaks Mineralog. u. Petrograph. Mittheilungen. Bd. XVIII.

Verlag von Alfred Hölder, k. u. k. Hof- u. Universitätsbuchhändler, Wien.

Digitized by Google

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

Digitized by Google



Digitized by Google

Verlag v. Alfred Hölder, k.u.k. Hof- u. Universitäts-Buchhändler in Wien.

Digitized by Google

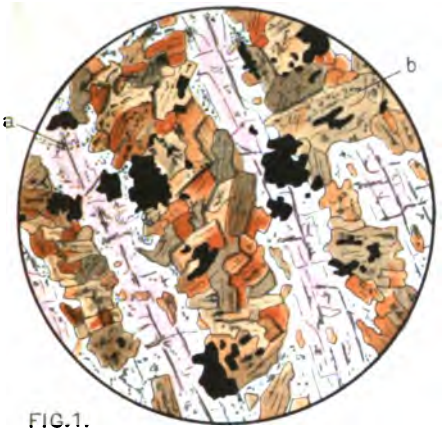


FIG. 1.

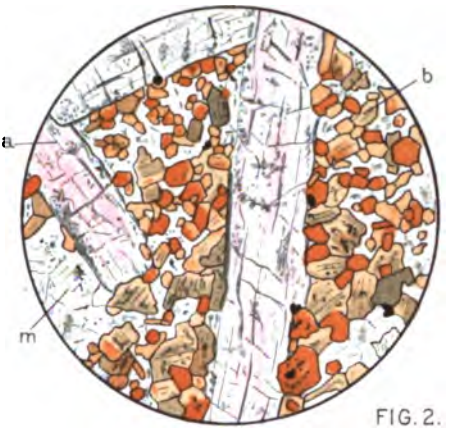


FIG. 2.

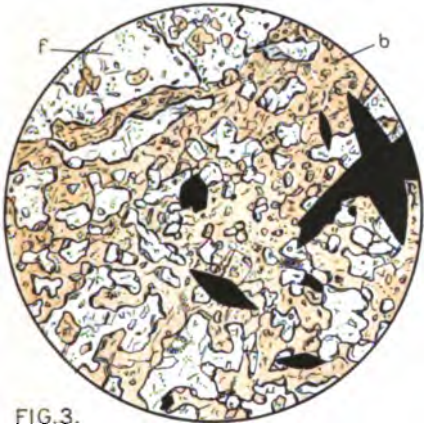


FIG. 3.

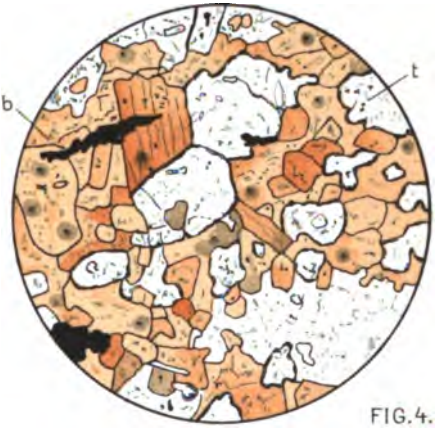


FIG. 4.

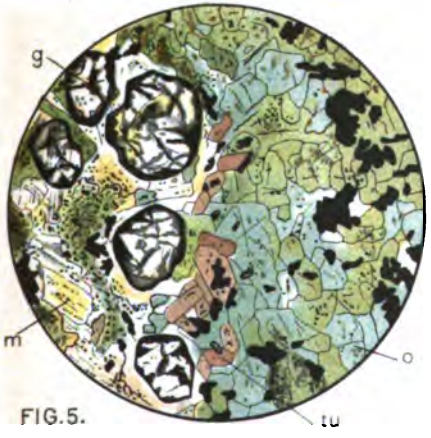


FIG. 5.

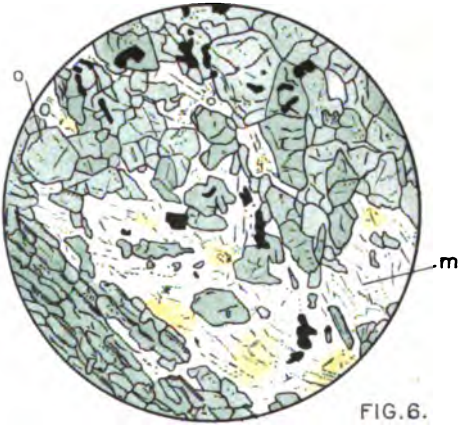


FIG. 6.

Chromolith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Tschermaks Mineralog. und petrograph. Mittheilungen. Bd. XVIII, Heft 4.

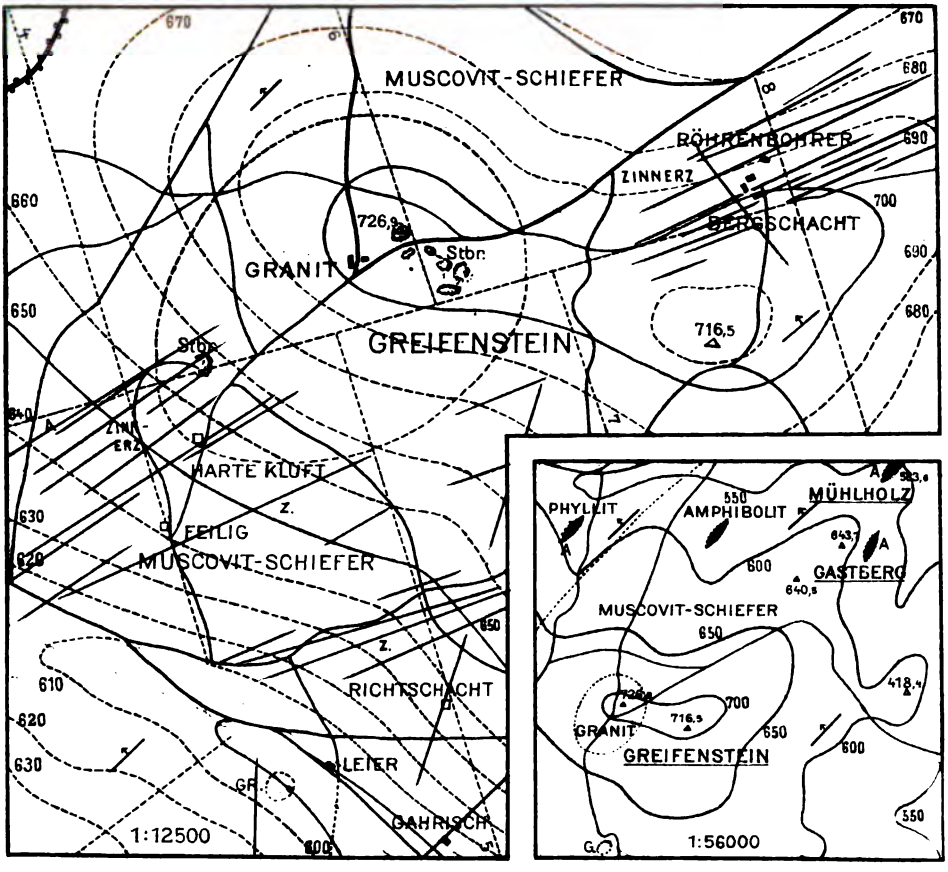
Verlag v. Alfred Hölder, k. u. k. Hof- u. Universitäts-Buchhändler in Wien.

Digitized by Google

Digitized by Google

FIG. 7.

FIG. 8.



Chromolith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

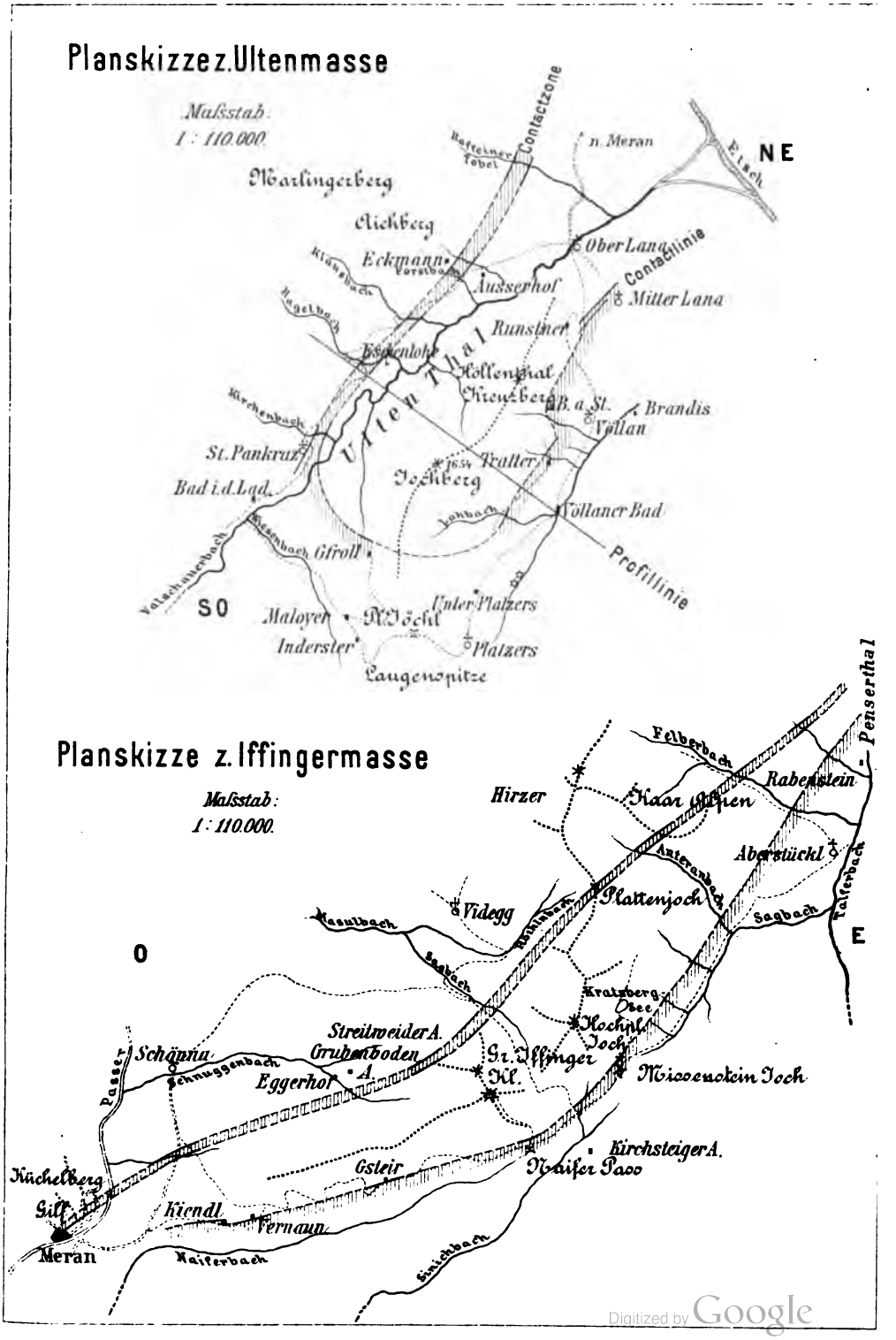
Digitized by Google

Verlag v. Alfred Hölder, k.u.k. Hof- u. Universitäts-Buchhändler in Wien.

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF CALIFORNIA

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

Digitized by Google

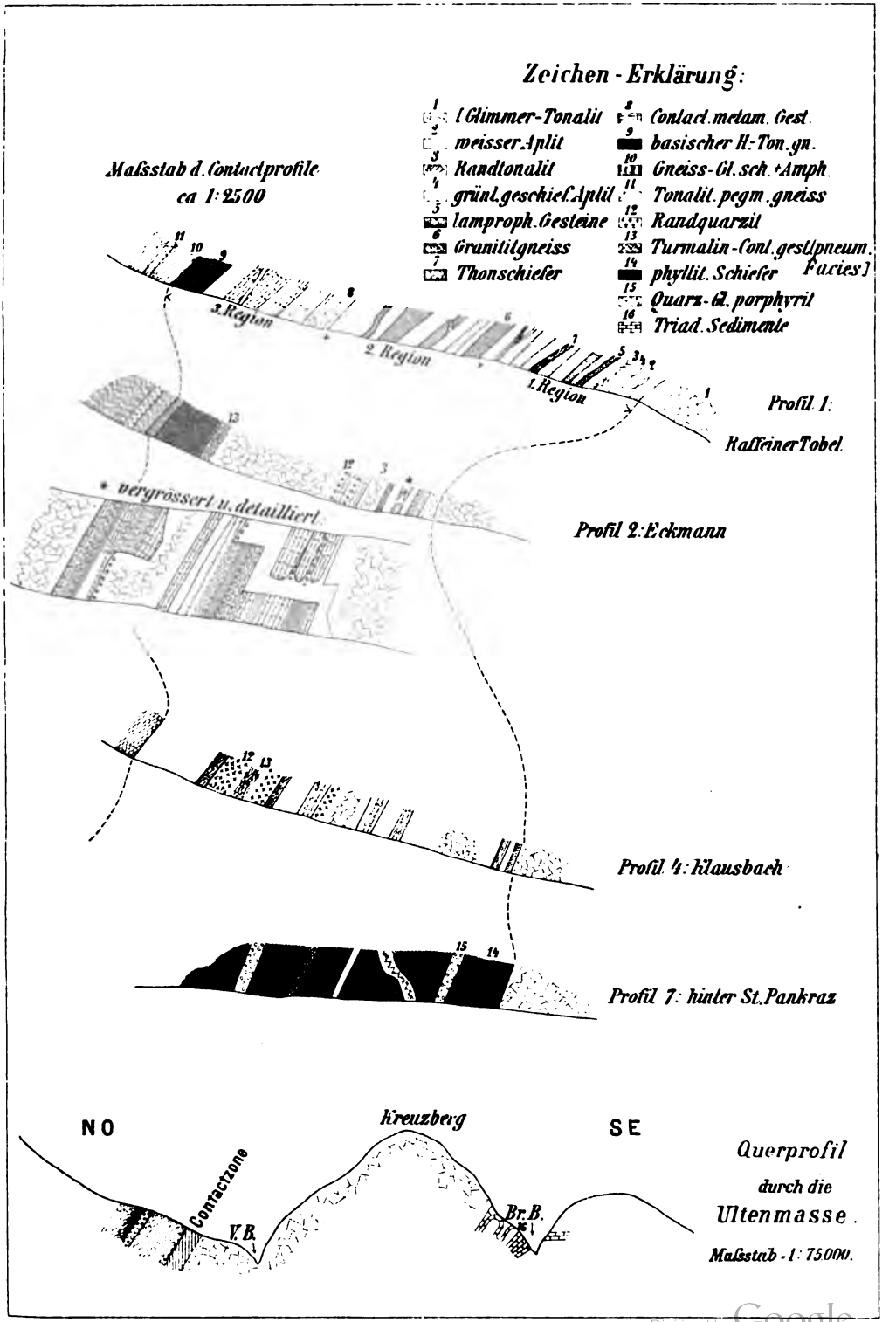


Digitized by Google

Chromolith Anst. v. Th. Rannwarth, Wien

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

Digitized by Google



Tschermak's Mineral. u. Petrogr. Mittheilungen
Bd. XVIII. Heft 5.

Digitized by Google

Chromolith. Anst. v Th. Bannwarth, Wien.
Verlag v. Alfred Hölder, k. u. k. Hof- u. Universitäts-Buchhändler in Wien

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

Digitized by Google

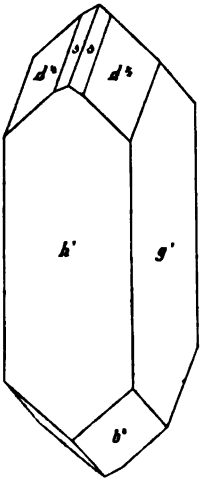


Fig. 1

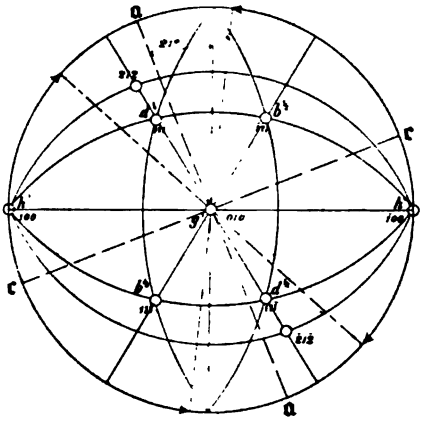


Fig. 2.

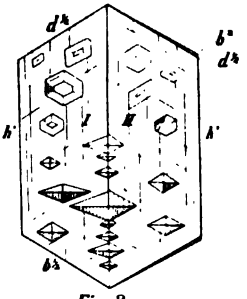


Fig. 3a

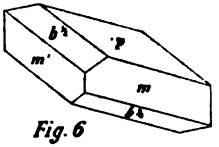


Fig. 6

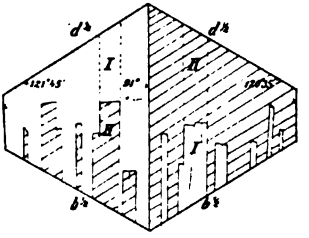


Fig. 4

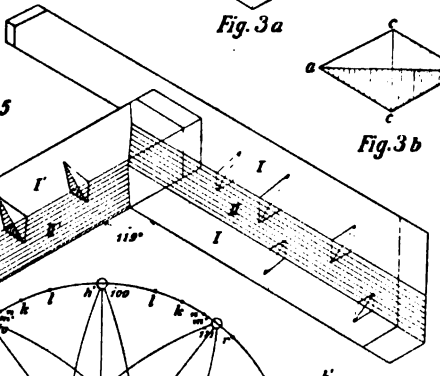


Fig. 5

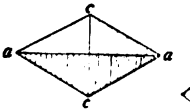


Fig. 3b

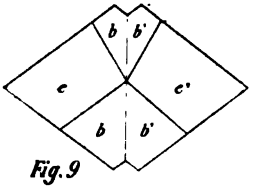


Fig. 9

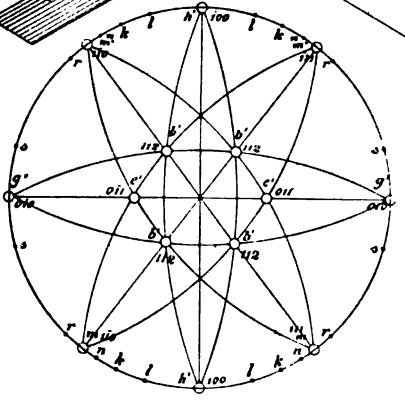


Fig. 8

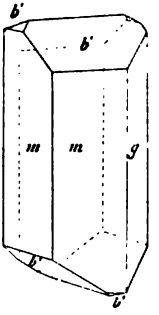


Fig. 7b

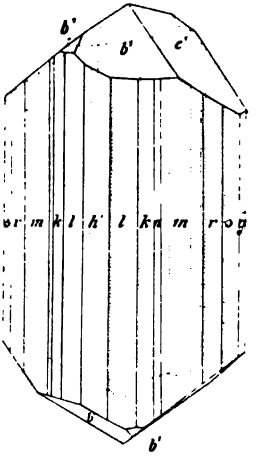


Fig. 7a

Aut. del.

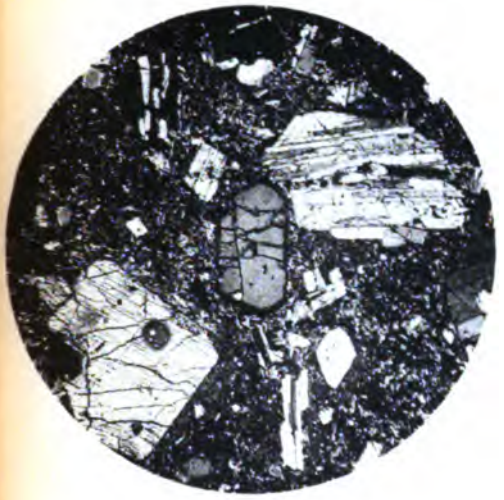
Tschermak's Mineralog. u. Petrogr. Mittheilungen.
Bd. XVIII, Heft 6.
Verlag von Alfred Hölder, k. u. k. Hof- u. Universitäts-Buchhändler in Wien.

Digitized by Google

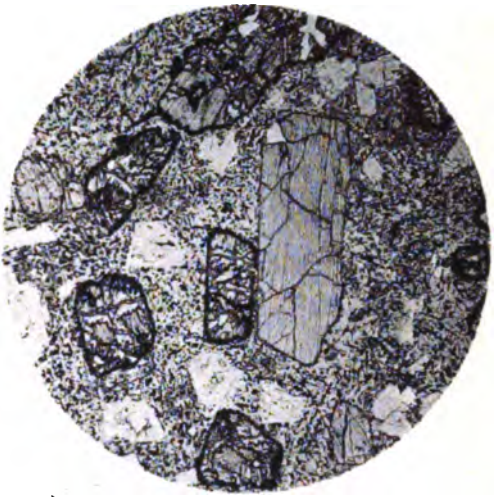
LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

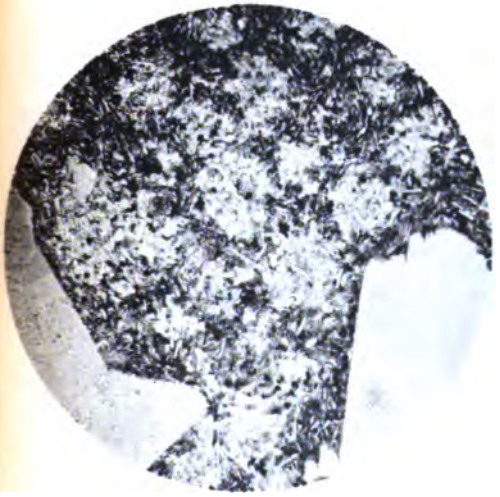
Digitized by Google

1.

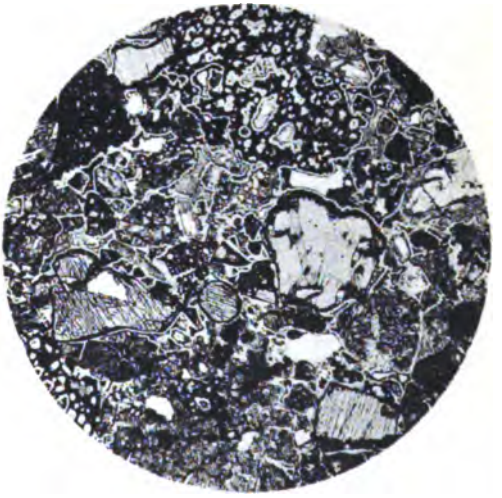


2.





4



3.

Digitized by Google

Tschermaks Mineralogische u. petrographische Mittheilungen Bnd. XVIII. Heft 6.
Verlag von Alfred Hölder.
K. u. k. Hof- und Universitätsbuchhändler Wien.

Digitized by Google

Digitized by Google

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

Digitized by Google

Digitized by Google

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA

Digitized by Google

Digitized by Google

14 DAY USE
RETURN TO DESK FROM WHICH BORROWED

EARTH SCIENCES LIBRARY

This book is due on the last date stamped below, or on the date to which renewed.
Renewed books are subject to immediate recall.

JUL 8 1980

LD 21-50m-4,'63
(D6471s10)476

General Library
University of California
Berkeley